



Ministerio de Salud
Viceministerio de Políticas de Salud
Dirección de Salud Ambiental

**CARTA DE ACUERDO ENTRE
LA ASOCIACION SALVADOREÑA DE INGENIEROS Y ARQUITECTOS - ASIA
Y
LA ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD/ORGANIZACIÓN
MUNDIAL DE LA SALUD- OPS/OMS**

**PROCESO DE CONSTRUCCION Y VALIDACION DE NORMA
TECNICA PARA REGULAR EL ABASTECIMIENTO DE AGUA Y
SANEAMIENTO RURAL**

DOCUMENTO BORRADOR ELABORADO POR:



**Propuesta de reglamento técnico salvadoreño para el
diseño y construcción de sistemas de abastecimiento de
agua para la zona rural**



El Salvador, octubre de 2015

ACUERDO N°.

San Salvador, octubre de 2015.

EL ÓRGANO EJECUTIVO EN EL RAMO DE SALUD. CONSIDERANDO:

- I.** Que la Constitución de la República en el artículo 65 establece que la salud de los habitantes constituye un bien público y tanto el Estado como las personas están obligados a velar por su conservación y restablecimiento. El Estado además determinará la política nacional de salud, controlará y supervisará su aplicación. El derecho a saneamiento se encuentra implícito en el derecho a la salud consagrado en este principio constitucional. También se reconoce en el artículo 69, que el Estado controlará la calidad de las condiciones ambientales que puedan afectar la salud y el bienestar humano.
- II.** Que de conformidad al artículo 64 del Código de Salud, se establece que “No podrá efectuarse ninguna construcción, reparación o modificación de una obra pública o privada destinada al aprovechamiento de agua para consumo humano sin la autorización previa del Ministerio, para lo cual deberá presentarse a éste, una solicitud escrita con las especificaciones y planos de las obras proyectadas. Asimismo, el artículo 65 establece que “Un reglamento determinará las condiciones técnicas y legales de los servicios de agua potable, así como de la calidad de la misma.
- III.** Que mediante Decreto Legislativo No. 790 del 21 de julio de 2011, publicado en el Diario Oficial No. 158, Tomo 392 del día 26 de agosto del mismo año se emitió la Ley de Creación del Sistema Salvadoreño para la Calidad, por medio del cual se faculta al Organismo Salvadoreño de Reglamentación Técnica para elaborar Reglamentos Técnicos.
- IV.** Que según el Reglamento Interno del Órgano Ejecutivo en el artículo 42 numeral 2, es competencia del Ministerio de Salud: “Dictar las normas técnicas en materia de salud y ordenar las medidas y disposiciones que sean necesarias para resguardar la salud de la población”.
- V.** Que de acuerdo a lo anteriormente relacionado, se requiere definir los requisitos técnicos sanitarios que deben cumplir los sistemas de agua potable para la zona rural, a fin de que estos brinden un buen servicio a las comunidades y estos sean de calidad, asegurando que las inversiones sean del mejor provecho.

POR TANTO:

En uso de las facultades legales conferidas, ACUERDA dictar el siguiente:

“REGLAMENTO TÉCNICO SALVADOREÑO PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA EN LA ZONA RURAL”

REGLAMENTO TÉCNICO SALVADOREÑO

RTS XX.XX.XX:XX

**“REGLAMENTO TÉCNICO SALVADOREÑO PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN
DE SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA EN LA ZONA RURAL”**

Correspondencia: Este Reglamento Técnico Salvadoreño tiene correspondencia parcial con normativa internacional.

ICS XX.XXX.XX

RTS XX.XX.XX:XX

Editada por el Organismo Salvadoreño de Reglamentación Técnica, ubicado en 1ª Calle Poniente, Final 41 Av. Norte, N° 18 San Salvador, Col. Flor Blanca. San Salvador, El Salvador. Teléfono (503) 2590-5323 y (503) 2590-5335. Correo electrónico: consultasreglamento@osartec.gob.sv

Derechos Reservados

REGLAMENTO TÉCNICO SALVADOREÑO

RTS xx.xx.xx:xx

INFORME

Los Comités Nacionales de Reglamentación Técnica conformados en el Organismo Salvadoreño de Reglamentación Técnica, son las instancias encargadas de la elaboración de Reglamentos Técnicos Salvadoreños. Están integrados por representantes de la Empresa Privada, Gobierno, Defensoría del Consumidor y sector Académico Universitario.

Con el fin de garantizar un consenso nacional e internacional, los proyectos elaborados por los Comités Nacionales de Reglamentación Técnica se someten a un período de consulta pública nacional y notificación internacional, durante el cual cualquier persona puede formular observaciones.

El estudio elaborado fue aprobado como RTS XX.XX.XX:XX **“REGLAMENTO TÉCNICO SALVADOREÑO PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA EN LA ZONA RURAL”**, por el Comité Nacional de Reglamentación Técnica. La oficialización del Reglamento conlleva el Acuerdo Ejecutivo del Ministerio correspondiente de su vigilancia y aplicación.

Este Reglamento Técnico Salvadoreño está sujeto a permanente revisión con el objeto que responda en todo momento a las necesidades y exigencias de la técnica moderna.

Contenido

1	OBJETO	1
2	ÁMBITO DE APLICACIÓN.....	1
3	DEFINICIONES	1
4	ABREVIATURAS Y SÍMBOLOS	3
4.1	Siglas de normas e instituciones de referencia	3
4.2	Abreviatura de unidades y materiales.....	4
5	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	4
5.1	Proyección de población.....	4
5.1.1	Generalidades	4
5.1.2	Método de cálculo	5
5.2	Dotación.....	5
5.3	Nivel de servicio	6
5.3.1	OCantareras.....	6
5.3.2	Acometidas domiciliarias	7
5.4	Parámetros para el dimensionamiento de tubería	8
5.4.1	Período de diseño	8
5.4.2	Variaciones de consumo.....	9
5.4.3	Presiones máximas y mínimas	9
5.4.4	Material de la tubería.....	10
5.4.5	Velocidades máximas y mínimas	11
5.4.6	Hidráulica del acueducto	11
5.5	Fuentes de abastecimiento	12
5.5.1	Estudios preliminares	12
5.5.2	Calidad del agua	13
5.5.3	Aguas superficiales	13
5.5.4	Extracción del agua subterránea.....	14
5.5.5	Categorización del proyecto.....	15
5.5.6	Caudal aprovechable	15
5.6	Bombas manuales	15
5.6.1	Antecedentes	15
5.6.2	Generalidades	16
5.6.3	Bombas de pistón	16
5.6.4	Bomba de mecate	17
5.7	Estaciones de bombeo	18
5.7.1	Caseta de control	19
5.7.2	Localización.	19
5.7.3	Fundación para equipo de bombeo.....	19
5.7.4	Equipo de bombeo y motor	19
5.8	Protección sanitaria a fuentes de abastecimiento	21
5.8.1	Establecimiento de perímetros de protección.....	21
5.8.2	Zonas de captación	22

5.9	Línea de aducción y red de distribución	27
5.9.1	Generalidades	27
5.9.2	Línea de aducción.....	27
5.9.3	Línea de aducción por gravedad.....	28
5.9.4	Línea de aducción por bombeo	29
5.9.5	Red de distribución.....	29
5.9.6	Zanja y cobertura de protección	30
5.9.7	Anclajes	31
5.10	Almacenamiento	31
5.10.1	Generalidades	31
5.10.2	Capacidad	32
5.10.3	Localización	32
5.10.4	Clase y tipo de tanques.....	32
5.11	Tratamiento y desinfección	34
5.11.1	Generalidades	34
5.11.2	Tratamiento de agua para la potabilización.....	34
5.11.3	Desinfección del agua	34
5.11.4	Limpieza y desinfección.....	35
6	PROCEDIMIENTO DE EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD	36
6.1	Disposiciones generales.....	36
6.1.1	Autoridad competente	36
6.2	Inspecciones de instalaciones de acueductos.....	36
6.2.1	Procedimiento para inspecciones y ensayos.....	37
6.3	Procedimiento para la factibilidad	38
6.3.1	Solicitud de factibilidad	38
6.3.2	Trámite de la solicitud de factibilidad	38
6.3.3	Evaluación para otorgamiento de factibilidad.....	39
6.3.4	Resolución sobre factibilidad de construcción del sistema de abastecimiento	39
6.4	Presentación del proyecto	40
6.4.1	Memoria técnica.....	40
6.4.2	Memoria descriptiva.....	40
6.4.3	Memoria de cálculos hidráulicos.....	42
7	Normas internacionales de referencia	44
8	BIBLIOGRAFÍA.....	47
9	VIGILANCIA Y VERIFICACIÓN	49
10	Vigencia	49

1 OBJETO

El presente reglamento tiene por objeto establecer los requisitos técnicos hidráulicos, sanitarios y de gestión para el diseño y construcción de los sistemas de abastecimiento de agua en la zona rural.

2 ÁMBITO DE APLICACIÓN

El presente reglamento es de obligatorio cumplimiento para toda persona natural o jurídica de naturaleza pública o privada en el territorio nacional, que desarrolle proyectos de abastecimiento de agua en la zona rural; incluyendo aquellas que no tienen factibilidad de conexión a un acueducto existente autorizado; circunscribiendo la construcción, reparación o modificación de una obra pública o privada destinada al aprovechamiento de agua para consumo humano. Tendrá aplicación a todas aquellas zonas que no tienen factibilidad de conexión a un acueducto existente autorizado por el ente rector.

3 DEFINICIONES

Para efectos del presente reglamento se entenderá por:

Abatimiento: diferencia entre el nivel estático y el nivel dinámico o de bombeo en el pozo de explotación de un acuífero.

Acuífero: Cuerpo de agua subterránea existente en formaciones geológicas hidráulicamente conectadas entre sí, por las cuales circulan o se almacenan las aguas del subsuelo.

Acuífero confinado: Cuerpo de aguas subterráneas que se encuentra a presiones mayores que la atmosférica, en medio de dos capas o formaciones impermeables y que está totalmente saturada en todo su espesor.

Acuífero semiconfinado: Acuífero comprendido entre dos capas de baja permeabilidad.

Acuífero libre: Acuífero donde al agua se encuentra sometida a la presión atmosférica.

Aducción: Componente a través del cual se transporta agua cruda, ya sea a flujo libre o a presión.

Advección: Transporte de sustancias contaminantes a través de un medio poroso.

Aguas continentales: Masas de agua en cualquier estado, sean éstas superficiales, sub superficiales, subterráneas y atmosféricas, existentes en la porción continental del país que se almacenan en corrientes de agua superficial continuas y discontinuas, embalses, cuerpos de agua subterránea libres o confinados.

Agua potable: Aquella apta para el consumo humano y que cumple con los parámetros físicos, químicos y microbiológicos establecidos en La Norma Salvadoreña Obligatoria de Agua Potable vigente.

Agua tratada: Corresponde al agua cuyas características han sido modificadas por medio de procesos físicos, químicos, biológicos o cualquiera de sus combinaciones.

Aguas subterráneas: Aguas existentes bajo la superficie terrestre en el territorio nacional.

Aguas superficiales: Puntos localizados sobre la superficie terrestre por donde aflora el agua subterránea, abierta a la atmósfera y generalmente sujeta a la escorrentía superficial.

Aprovechamiento: Uso del agua para la satisfacción de las diversas necesidades y demandas de la sociedad, garantizando el mantenimiento de la estabilidad de los ecosistemas.

Autoabastecido: Sistema de abastecimiento de agua potable de comunidades por medio del aprovechamiento de los recursos hídricos locales o regionales.

Balance hídrico: Es el equilibrio que existe entre todos los recursos hídricos que ingresan al sistema y los que salen del mismo en un intervalo de tiempo determinado.

Categorización: Proceso técnico por medio del cual el MARN determina si una actividad, obra o proyecto, requiere o no de la elaboración de un Estudio de Impacto Ambiental (EIA), en función de la naturaleza de la actividad, su envergadura y a la naturaleza del impacto potencial a generar.

Cloro residual: Concentración de cloro existente en cualquier punto del sistema de abastecimiento de agua, después de un tiempo de contacto determinado.

Coefficiente de rugosidad: Medida de la rugosidad de una superficie, que depende del material y del estado de la superficie interna de una tubería.

Cuenca hidrográfica: Área de recogimiento de aguas lluvias delimitada por una línea divisoria de aguas imaginaria, cuya escorrentía fluye a través de un sistema de drenaje hacia un colector común, que generalmente puede ser un río, laguna, lago o el mar. La cuenca hidrográfica esta integrada por subcuencas, las cuales a su vez se integran por microcuencas.

Curvas características: Curvas que definen el comportamiento de una bomba mostrando el rango de caudales de operación contra la altura dinámica total, la potencia consumida, la eficiencia y la carga neta de succión positiva.

Desinfección: Proceso físico o químico que permite la eliminación o destrucción de los organismos patógenos presentes en el agua.

Estación de bombeo: Componente destinado a aumentar la presión del agua con el objeto de transportarla estructuras más elevadas.

Estudio hidrogeológico: Documento técnico mediante el cual se conoce el comportamiento del agua subterránea que circula en el subsuelo, con énfasis en sus condiciones geológicas de almacenamiento, modo de circulación y su interrelación con el ciclo hidrológico (precipitación, infiltración, escorrentía superficial y evapotranspiración).

Isócronas: Mapa o esquema de líneas que muestran el tiempo que tarda el agua en una cuenca hasta llegar a una fuente de agua.

Parámetro: Es aquella característica que es sometida a medición.

Piezométrica: Medida de la altura de presión hidrostática disponible durante la trayectoria de la proyección de la tubería.

Recursos hídricos: Comprenden tanto las aguas lluvias, superficiales y las subterráneas, así como los compuestos orgánicos e inorgánicos, vivos o inertes que dicho líquido contiene.

Reservorio: Es una obra de captación de aguas lluvias o de escorrentías superficiales, el cual puede ser de condición natural o artificial.

Red de distribución: forma de hacer llegar el agua para consumo humano a la población por medio de tuberías; exceptuando lo que compete a la Norma Salvadoreña Obligatoria para agua envasada.

Vigilancia: Es el monitoreo del funcionamiento y mantenimiento de los sistemas de abastecimiento de agua potable, que realiza la Unidad Comunitaria de Salud Familiar (UCSF)

correspondiente, a través de sus delegados, para garantizar el cumplimiento del presente reglamento.

Zonas de protección o ribera: Franjas de terreno contiguas a los cauces de los ríos o corrientes de agua, embalses naturales y artificiales y otros cuerpos de agua naturales o artificiales del medio receptor que formen parte del dominio público hídrico. Dichas franjas se miden horizontalmente a partir del nivel de aguas máximas ordinarias y no forman parte del dominio público hídrico.

Zona de recarga acuífera: Área de la cuenca en la cual, debido a las características de topografía, de cobertura vegetal, del suelo, del subsuelo, se da una infiltración de agua hacia el subsuelo o al manto freático.

Zona rural: Es el espacio territorial perteneciente o relativo a la vida en el campo y las labores relacionadas. El uso del suelo predominante es para actividades agrícolas, agroindustriales, agropecuarias o de conservación y las viviendas se encuentran dispersas o con carencia de los servicios básicos como es el abastecimiento de agua potable.

4 ABREVIATURAS Y SÍMBOLOS

4.1 Siglas de normas e instituciones de referencia

En esta sección se describirán las siglas de normas e instituciones mencionadas en el contenido del documento y que no aparecen en la sección 7; NORMAS INTERNACIONALES DE REFERENCIA.

ANDA	: Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados.
FM	: Factory Mutual (Estándar Mutuo de Fabricación y Aprobación de Productos)
FISDL	: Fondo de Inversión Social para el Desarrollo Local.
FORGAES	: Fortalecimiento de la Gestión Ambiental en El Salvador
IAPMO R&T	: International Association of Plumbing and Mechanical Officials, Research and Testing. (Asociación Internacional Oficial de Instalaciones Hidráulicas y Mecánicas, Investigación y Pruebas)
IMC	: International Mechanical Code. (Código Internacional de Instalaciones Mecánicas)
ICCEC	: International Code Council, Electric Code (Concejo Internacional de Códigos, Código de Electricidad.)
MAG	: Ministerio de Agricultura y Ganadería.
MARN	: Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
MINSAL	: Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social.
NSO	: Norma Salvadoreña Obligatoria
NEC	: National Electric Code (Código Nacional de Electricidad)

UL	: Underwriter's Laboratories (Laboratorios de Aseguramiento de la Calidad)
ULC	: Underwriter's Laboratories of Canada (Laboratorios de Aseguramiento de la Calidad de Canada)
UPC	: Uniform Plumbing Code (Código de Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias Uniformizadas)
VMVDU	: Vice Ministerio de Vivienda y Desarrollo Urbano.

4.2 Abreviatura de unidades y materiales

cm	: Centímetro
gpm	: Galones por minuto.
Ho Fo	: Hierro fundido
PVC	: Poli cloruro de vinilo
Kf	: Conductividad hidráulica
kg/cm²	: Kilogramos por centímetro cuadrado
km	: Kilómetros
km²	: Kilómetros cuadrados
l/p/d	: Litros por persona por día
l/s	: Litros por segundo
m	: Metro
mca	: Metros de columna de agua
mg/l	: Miligramos por litro
mm	: Milímetros
m/s	: Metros por segundo
pulg.	: Pulgadas
PSI	: Pounds per Square Inches (Libra por pulgada cuadrada)
SDR	: Standard Dimension Ratio (Relación estándar de la dimensión: diámetro/espesor tubería)

5 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

5.1 Proyección de población

5.1.1 Generalidades

Es necesario determinar las demandas futuras de una población para prever en el diseño las exigencias, de las fuentes de abastecimiento, líneas de aducción, redes de distribución, sistemas de bombeo, sistemas de potabilización y futuras extensiones del servicio. Por lo tanto, es necesario predecir la población futura para un número de años, que será fijada por los períodos económicos del diseño.

La información necesaria para seleccionar la tasa de crecimiento con la cual habrá de proyectarse la población de la localidad en estudio, deberá obtenerse de datos oficiales de los últimos dos censos realizados por la Dirección General de Estadísticas y Censos (DIGESTYC). La tasa de crecimiento poblacional deberá corresponder a la del departamento que pertenece la comunidad en análisis; y el criterio de incorporar el saldo migratorio establecido en el último censo dependerá de las condiciones propias de cada lugar, pero en ningún momento se podrá establecer tasas de crecimiento negativas para efectos de establecer la proyección de población futura de diseño.

Para obtener datos más confiables y específicos de la población objeto se podrán utilizar los censos y/o muestreos de la misma realizados por el área de trabajo o desarrollo social de la municipalidad, seleccionando el dato de mayor valor para efectos del cálculo de la proyección.

Para el conteo de la población objeto, se deberá contabilizar la totalidad de los lotes existentes que se encuentran en la ruta proyectada de la red de distribución.

5.1.2 Método de cálculo

Para el cálculo de la población futura se utilizará el Método Geométrico, el cual nos proporciona datos confiables para diferentes niveles de complejidad poblacional.

Fórmula de cálculo:

$$P_n = P_o (1+r)^n$$

Dónde:

P_n = Población de diseño a “n” años.

P_o = Población al inicio del período de diseño

r = Tasa de crecimiento en el período de diseño expresado en notación decimal

n = Número de años que comprende el período de diseño

5.2 Dotación

La dotación de agua está expresada como la cantidad de agua por persona por día para satisfacer las condiciones inmediatas y futuras de la población proyectada a servir dependiendo del nivel de servicio.

- a) Para sistemas de abastecimiento de agua potable, por medio de fuentes públicas (cantareras), se asignará una dotación en el rango de 30 a 50 l/p/d. El criterio de selección dependerá de la producción de la fuente y el nivel de desarrollo de la comunidad a servir.
- b) Para sistemas de abastecimiento de agua potable por medio de conexiones domiciliarias se asignará una dotación en el rango de 75 a 125 l/p/d. Al igual que para las fuentes públicas, el criterio de selección dependerá de la producción de la fuente y el nivel de demandas de la comunidad a servir; estableciendo dentro de los criterios de selección de la dotación la consideración sobre si las viviendas estarán equipadas de letrinas con o sin arrastre de agua.
- c) Para las dotaciones de otro tipo de edificaciones como centros escolares, iglesias, centros de salud, etc, se deberá utilizar los valores de dotación establecidos en las *Normas*

Técnicas Para Abastecimiento de Agua Potable y Alcantarillado de Aguas Negras de ANDA.

5.3 Nivel de servicio

A menudo, las fuentes públicas o cantareras, se instalan como un primer nivel en el desarrollo de un abastecimiento completo de conexiones o acometidas domiciliarias. Sin embargo, para países en desarrollo, la cantarera podría ser el único abastecimiento de agua factible durante muchos años.

5.3.1 Cantareras

Se entiende por cantarera una plataforma anatómicamente elevada para el llenado de recipientes, como cántaros, con agua proveniente de llave para chorro fabricado en bronce de diámetro 12 mm (0.5 pulg.) liso.

5.3.1.1 Consideraciones

- a) Deberán construirse en un terreno público, ya sea comunal o municipal, y que en ningún momento restrinja el acceso a las personas.
- b) No deberá utilizarse para el lavado de ropa, aseo personal, animal y ningún otro uso que no sea el llenado expreso de cántaros o depósitos de similar volumen.
- c) En cada cantarera se instalará un máximo de dos llaves para chorro lisas fabricadas en bronce de diámetro 12 mm (0.5 pulg.).
- d) No se permitirá la instalación de mangueras conectadas a cualquiera de las llaves para chorro.
- e) Cada cantarera deberá contar con una válvula de control y un medidor de caudal y registro de consumo, ambos protegidos en su correspondiente caja.
- f) Deberán ser construidas sobre una base de concreto o empedrado fraguada superficie terminada para evitar la generación de lodo en su alrededor.
- g) Se deberá instalar un drenaje que conduzca el agua derramada en su base hasta la canaleta de aguas lluvias más cercanas.
- h) Deberá contemplarse en su diseño la linealidad proyectada del flujo de agua y una distancia no mayor de 30 cm, desde la salida del grifo hasta la boca del cántaro estándar.

5.3.1.2 Ubicación

- a) El número de cantareras a construirse dependerá de la cantidad de casas, la separación entre las mismas y el número de personas; y deberán abastecer un mínimo de 2 a un máximo de 20 casas.
- b) Se ubicarán unidades en las escuelas, establecimientos de salud y cualquier otra edificación de carácter público que concentre 20 o más personas simultáneamente.
- c) Las cantareras se ubicarán centralizadas en el grupo de casas a servir.
- d) La distancia máxima entre la cantarera y la casa más alejada será de 100 metros.

5.3.1.3 Especificaciones técnicas

- a) Deberá contar como máximo de dos puestos elevados para la colocación del cántaro.

- b) Cada puesto deberá contar con una llave para chorro liso fabricada en bronce de diámetro 12 mm (0.5 pulg.). Las llaves deberán cumplir con ASME A112.18.1/CSA B125.1. Las llaves que suministran agua para consumo humano deben cumplir con los requisitos de NSF 61.
- c) Cada una de las llaves estarán conectadas a una tubería de hierro galvanizado de diámetro 12 mm (0.5 pulg.); y éstas a su vez estarán conectadas a una tubería principal de hierro galvanizado de diámetro 19 mm (0.75 pulg.). Las tuberías deberán cumplir con estándares SCH 40, ASTM A 53.
- d) La tubería de alimentación subterránea deberá instalarse en diámetro 19.05 mm (0.75 pulg.), PVC C-250 PSI, SDR 17. Deberá cumplir con ASTM D-2241 y ASTM D-2466.
- e) La cantarera deberá contar con una válvula de bola de diámetro 19 mm para control y mantenimiento. La válvula deberá ser fabricada en bronce y cumplir NSF 61, MSS-SP-110. La válvula deberá quedar resguardada en su correspondiente caja de protección, preferentemente con llave para evitar su sustracción. Se deberá instalar un medidor de consumo de agua para llevar un registro por cantarera para proyecciones en el futuro, así como también para el establecimiento de una tarifa a los usuarios. El medidor deberá cumplir con al menos uno de los estándares AWWA C708; ISO 4064.
- f) La carga dinámica residual mínima en cada cantarera deberá ser de 5 mca y máxima de 60 mca. Si por razones estratégicas de diseño la carga máxima es sobrepasada; se deberá incorporar una válvula reductora de presión aprobada conforme a ASSE 1003.

5.3.2 Acometidas domiciliarias

Son tomas de agua de la red principal instaladas de forma individual hacia cada una de las viviendas del sector rural y sujetas a ciertas condiciones tales como disponibilidad suficiente de agua, bajos costos de operación (sistemas por gravedad), número y capacidad de pago de la población beneficiada.

5.3.2.1 Consideraciones

- a) Deberá realizarse un estudio cuidadoso para considerar las posibilidades económicas de la comunidad que garanticen la sostenibilidad del sistema domiciliar.
- b) Deberán diseñarse y ejecutarse campañas educativas a la comunidad en cuanto al uso y ahorro del agua y protección del sistema; así como también a lo pertinente al tratamiento de las aguas residuales.
- c) Deberá efectuarse un estudio de factibilidad del sistema, con énfasis en la capacidad de la fuente, debido a que la dotación se incrementa en comparación al suministro por medio de cantareras. El presente reglamento contempla parámetros máximos y mínimos de dotación y factores de demanda que podrán ser utilizados en el estudio de factibilidad.
- d) las acometidas domiciliarias únicamente serán instaladas en la red de distribución, no se permitirá la instalación de éstas en las líneas aductoras.

5.3.2.2 Medición de consumo

Todo sistema domiciliar deberá contar con un instrumento de medición destinado a medir, memorizar y poner en el visor en forma continua el volumen de agua que pasa a través del transductor de medición.

El medidor de agua de chorro múltiple de diámetro 12 mm (0.5 pulg.), será el instrumento de medición de obligatoria instalación en cada acometida domiciliar.

El medidor de agua deberá contar con un dispositivo indicador que muestra los resultados de la medición en forma continua. La unidad de medida es el metro cúbico; el símbolo m³ aparecerá en el dial inmediatamente junto al número exhibido proporcionando una indicación de fácil lectura, confiable y clara del volumen indicado.

Deberá incluir al menos tres escalas circulares acompañadas por un factor multiplicador (x 0.001; x 0.01; x 0.1). El sentido de rotación de los punteros será el de las agujas del reloj.

5.3.2.3 Especificaciones técnicas

- a) Las acometidas domiciliarias se proyectarán en base a una abrazadera a instalar en la tubería de distribución del acueducto.
- b) La tubería a instalar desde su conexión a la tubería de distribución hasta la proyección de acera de vivienda a servir deberá ser de diámetro 12 mm (0.5 pulg.) PVC C-315 PSI, SDR 13.5. Deberá cumplir con ASTM D-2241 y ASTM D-2466.
- c) La acometida domiciliar deberá quedar instalada hasta la proyección de la caja de válvula y medidor, dejando instalado en su extremo un adaptador macho y un tapón hembra con rosca en diámetro 12 mm (0.5 pulg.) ambos en PVC o cualquier otro material aprobado; de tal forma que permitan efectuar el desairado durante la prueba hidrostática.
- d) El medidor y válvula de bola deberán quedar resguardadas en su correspondiente caja de protección, de diseño similar a la utilizada por ANDA. La válvula deberá ser fabricada en bronce y cumplir con NSF 61, MSS-SP-110.
- e) Previo a la compra de la totalidad de los medidores se deberán realizar ensayos a una muestra representativa en el laboratorio de ANDA o cualquier otro que se encuentre autorizado para realizar ensayos de precisión en la medición.
- f) Los medidores deberán agruparse en lotes identificados con la siguiente información: país de origen, año de fabricación, marca, modelo, tipo, clases, tecnología y números de fabricación.
- g) Los medidores deberán cumplir con al menos uno de los estándares AWWA C708 [12 mm (0.5 Pulg.) – 50 mm (2 Pulg.)]; ISO 4064.

5.4 Parámetros para el dimensionamiento de tubería

Para dimensionar un sistema de tubería hidráulica de abastecimiento de agua potable es obligatorio conocer el período de diseño establecido de acuerdo a la disponibilidad de la fuente, vida útil de los componentes, población objetivo al final del período, aplicación criteriada de los factores de demanda en las diversas variaciones de consumo, presiones máxima y mínima, coeficiente de rugosidad inherente al material de la tubería y topografía del terreno como componentes insumos en el cálculo hidráulico del acueducto.

5.4.1 Período de diseño

Se le denomina al período económico del proyecto expresado en años, tiempo durante el cual se diseña una obra de abastecimiento de agua potable, considerando que durante ese período se proporcionará un servicio de calidad y eficiente, sin incurrir en costos innecesarios, siempre y

cuando se optimice la economía del proyecto no descuidando los elementos técnicos y de sostenibilidad.

El período de diseño del proyecto se define basado en el requerimiento previsible de la población estimada, el monto de las inversiones y las necesidades de operación. Su elección debe apoyarse en un estudio previo de posibilidades financieras de la población, de la vida útil estimada para los materiales y del equipo para operar el sistema.

El diseño del acueducto deberá realizarse integralmente para todo el proyecto, aunque éste sea realizado progresivamente por etapas, considerando las previsiones de incorporación de cada una.

Si bien es cierto el período de diseño del proyecto depende de la disponibilidad de las fuentes, vida útil de los materiales y recursos financieros disponibles; deberá establecerse un período no menor de 20 años.

5.4.2 Variaciones de consumo

Las variaciones de consumo estarán expresadas como factores de la demanda promedio diario, y sirve de base para el dimensionamiento de las tuberías de aducción por bombeo y gravedad, redes de distribución, determinación de las características técnicas de los equipos de bombeo, los requerimientos mínimos de producción de la fuente y capacidad del almacenamiento.

Diferentes elementos del sistema se diseñarán considerando los siguientes coeficientes de variación de consumo de agua:

Consumo máximo diario : $K1 = 1.2$ a 1.5 del consumo medio diario

Consumo máximo horario : $K2 = 1.8$ a 2.4 del consumo medio diario

Coefficiente de variación mínima horaria : $K3 = 0.1$ a 0.3 del consumo medio diario

Queda al criterio del diseñador en base a la disponibilidad de la fuente y al estudio socio-económico de la población a servir, el utilizar el factor o coeficiente “Kn” de variación apropiado a cada caso, siempre y cuando se encuentre entre los rangos definidos en el presente reglamento.

5.4.3 Presiones máximas y mínimas

Para brindar presiones adecuadas en el funcionamiento de la red de distribución, el trazo de la proyección de tuberías se realizará procurando obtener una red integrada por circuitos de tuberías principales y secundarias con una presión residual dinámica mínima de 5 mca (7 PSI)

La presión estática máxima será de 60 mca (85 PSI); por lo tanto, en áreas con marcada diferencia de nivel se dividirá la red en sub-redes protegidas mediante estaciones reductoras de presión. En casos excepcionales, en donde las viviendas se encuentren dispersas en una zona de alta presión; las acometidas domiciliarias deberán contar con válvulas reductoras de presión individuales que garanticen no sobrepasar la presión estática máxima. La tubería de distribución, en estos casos excepcionales, no deberá presentar presiones superiores al 75% de la capacidad de trabajo del material de la tubería. La propuesta de solución deberá presentar los cálculos de ingeniería que respalden y justifiquen el diseño integralmente.

Las estaciones reductoras de presión estarán conformadas por un conjunto de elementos como válvulas de control, válvulas reguladoras de presión, manómetros, incorporación de by pass, etc, diseñadas y fabricadas de acuerdo a normas, regulaciones y certificaciones internacionales reconocidas (ASSE, ASTM, AWWA, CSA, FM, IAPMO R&T, MSS NSF, UL, ULC).

La estación reguladora de presión deberá contar con sus correspondientes válvulas de control y manómetros de monitoreo a la entrada y a la salida. Las válvulas serán del tipo compuerta de HoFo montadas en bronce, doble disco o disco sólido, vástago no ascendente y dado operador que cumpla con certificación AWWA C-500 (doble disco o disco sólido de bronce), AWWA C-509, AWWA C-515 (válvulas de cierre elástico). Los manómetros de monitoreo de presión a la entrada y salida deberán contar con una exactitud de lectura de hasta 2 psi, preferentemente deberán estar rellenos con glicerina para proteger su mecanismo interno brindando estabilidad a la aguja indicadora.

Para diámetros menores a 50 mm (2 pulg.) se deberán utilizar válvulas fabricadas en bronce, la cuales deberán estar certificadas por cualquiera de estándares de fabricación siguientes: ASSE, ASTM, AWWA, CSA, FM, IAPMO R&T, MSS NSF, UL, ULC

Las estaciones reductoras de presión deberán estar protegidas en sus correspondientes cajas construidas mediante ladrillo de barro nervado, concreto reforzado o bloque de concreto reforzado. Todas con sus tapaderas de protección y acceso previsto para su operación y mantenimiento.

5.4.4 Material de la tubería

Este reglamento no pretende ser restrictivo, sino más bien, fundamentarse en principios de base amplia que hagan posible la utilización de materiales y diseños nuevos sustentados por certificaciones y normativas vigentes; así como también por su coeficiente de rugosidad, características del agua a transportar y la disposición de instalación, subterránea o superficial, de acuerdo al material.

Toda tubería hidráulica de servicio para agua potable deberá estar certificada en concordancia con NSF 61, y deberá cumplir con una de las normas de fabricación indicadas en la Tablas 5.4.4.2 y 5.4.4.3, así como materiales que surjan en el futuro bajo estándares ASTM, AWWA, ASME.

5.4.4.1 Coeficientes de rugosidad

La rugosidad de las paredes de tuberías se encuentra en función del material de fabricación, acabado y tiempo de uso. Los valores han sido determinados después de un cuidadoso examen estadístico realizado por diversos investigadores tanto en campo como en laboratorio. La variación de este parámetro es fundamental para el cálculo hidráulico y buen desempeño de las conducciones hidráulicas. En la Tabla 5.4.4.1 se presentan valores de C para diferentes tuberías fabricadas mediante materiales diversos.

Tabla 5.4.4.1 Coeficiente de rugosidad por su material

Material de la Tubería	Coeficiente de Rugosidad (C)
Tubo de acero negro o galvanizado	120
Tubo de hierro fundido dúctil sin revestimiento interior.	100
Tubo de hierro fundido dúctil con revestimiento interior de cemento.	140
Tubo de cobre o acero inoxidable	150
Tubo plástico	150

Tabla 5.4.4.2 Tubería subterránea.

Materiales y dimensiones	Normativa de cumplimiento
Hierro fundido dúctil	
Con revestimiento de mortero de cemento para tubos y accesorios.	AWWA C104
Con revestimiento de polietileno para tubos y accesorios.	AWWA C105
Accesorios de hierro fundido dúctil o gris de 75 mm hasta 1200 mm.	AWWA C110
Uniones de juntas flexibles para tubos y accesorios de hierro fundido dúctil	AWWA C111
Tubo de hierro fundido dúctil con bridas roscadas de hierro fundido dúctil o gris.	AWWA C115
Diseño de espesores para tubos de hierro fundido dúctil.	AWWA C150
Tubo de hierro fundido dúctil, colado por centrifugación para agua.	AWWA C151
Norma para la instalación de tuberías principales para agua de hierro fundido dúctil y sus accesorios.	AWWA C600
Acero	
Tubo para agua de acero de 150 mm o más	AWWA C200
Recubrimiento y revestimientos protectores de alquitrán para líneas de tubería de acero para agua. Esmalte aplicado en caliente	AWWA C203
Soldadura de montaje del tubo de acero para agua.	AWWA C206
Bridas para tubos de acero para el servicio de obras hidráulicas de 100 mm hasta 3660 mm.	AWWA C207
Dimensiones para accesorios de tubos para agua fabricados en acero.	AWWA C208
Guía para el diseño y la instalación de tubos de acero.	AWWA M11
Plástico	
Tuberías y accesorios de PVC	ASTM D-2241; ASTM D-2466
Tuberías y accesorios de PVC	AWWA C-900

Tabla 5.4.4.3 Tubería Superficial o Aérea.

Materiales y dimensiones	Normativa de cumplimiento
Acero	
Tubería de acero negro o revestido con zinc por inmersión en caliente, soldada y sin costuras.	ASTM A 53
Tubería de acero forjado con y sin costura.	ASME B36.10M

5.4.5 Velocidades máximas y mínimas

El sistema de tuberías deberá ser dimensionado de manera que bajo las condiciones de demanda máxima de diseño, la capacidad de suministro de la tubería no deberá contar con una velocidad menor a 0.40 m/s que permita el depósito o suspensión de partículas. De acuerdo a las buenas prácticas de ingeniería, se deberá limitar la velocidad de flujo a un máximo de 2.40 m/s.

5.4.6 Hidráulica del acueducto

El análisis hidráulico de la red de distribución y de las líneas de conducción por bombeo o gravedad; permitirá dimensionar las tuberías, incluyendo la de futuras expansiones consideradas

en el diseño, con el diámetro apropiado; ya que diámetros sobre-dimensionados elevarán el costo del proyecto y las bajas velocidades provocarán frecuentes problemas de depósitos y sedimentación. Por otro lado, si los diámetros se encuentran sub-dimensionados, darán origen a pérdidas y altas velocidades.

Los análisis hidráulicos presuponen la familiaridad del diseñador con los procesos de cómputos hidráulicos que le proporcionen las pérdidas, el nivel de gradiente hidráulico y línea piezométrica resultante en cada sección analizada.

5.5 Fuentes de abastecimiento

La fuente de abastecimiento para el suministro de agua potable constituye el elemento más importante de todo el sistema, por tanto, debe estar lo suficientemente protegida y deberá cumplir sus propósitos fundamentales que son el de suministrar agua en cantidad suficiente para abastecer la demanda de la población durante el período de diseño considerado y preservar las condiciones de calidad necesarias para garantizar la potabilidad de la misma.

5.5.1 Estudios preliminares

- a) Deberá realizarse el trazo de la cuenca principal del área de estudio y la micro cuenca, para esta última calcular las características principales: área, perímetro, longitud más larga del cauce principal y zonificación de uso de suelo actual con la ubicación de la fuente de agua a explotar y fuentes de contaminación localizadas aguas arriba de la fuente, con el cálculo de caudales superficiales para periodos de retorno de 25, 50 y 100 años.
- b) Se requiere del estudio hidrogeológico de la zona de recarga acuífera que nos brinden el balance hidrológico y la cantidad del agua a extraer de la fuente.
- c) Cálculo de perímetros de protección de fuentes de agua: zonas de restricciones absolutas (perímetro sanitario), zonas de restricciones máximas y zonas de restricciones moderadas (ver sección 5.8).
- d) Carta de no afectación por parte de ANDA, en el caso de explotación de aguas subterráneas mediante pozos.
- e) Documento de propiedad de la tierra en donde se encuentre la fuente y evaluación de posibles conflictos.
- f) Elaboración de planos topográficos de la zona a intervenir con información de la infraestructura de servicios públicos.
- g) Condiciones de deslizamientos, laderas inestables, zona inundable y tipo de suelo y formación geológica.
- h) Evaluación del transporte y vías de comunicación: caminos, carreteras, puertos, aeropuertos, ferrocarriles, facilidades y disponibilidades para la construcción, operación y mantenimientos de los sistemas.
- i) Suministro de energía eléctrica y demás servicios públicos disponibles. (Telecomunicaciones, aseo, transporte de autobuses, etc). Se deberá solicitar la factibilidad eléctrica de la zona por parte de la distribuidora de energía local.

5.5.2 Calidad del agua

La fuente de agua a utilizarse en el proyecto deberá ser sometida a análisis completo físico, químico, y microbiológico.

Debe realizarse un examen completo cuando se pone en servicio una fuente nueva de agua e inmediatamente después de cualquier modificación importante de los procesos de tratamiento. Más adelante, es preciso analizar periódicamente muestras con una frecuencia dependiente de las condiciones locales. Además, es importante la información local sobre los cambios ocurridos en la zona de captación (en particular actividades agrícolas e industriales), que puede usarse para pronosticar posibles problemas de contaminación y por consiguiente, determinar la necesidad de vigilar con más frecuencia la presencia de compuestos específicos.

El número de muestras y frecuencia de muestreo para el análisis microbiológico, físico y químico, se realizará de acuerdo a lo establecido por la Norma Salvadoreña Obligatoria de Agua Potable en su versión más reciente.

Los resultados de los análisis deberán ajustarse a los límites máximos y mínimos permisibles por la Norma Salvadoreña Obligatoria de Agua Potable. En caso contrario se deberá presentar el sistema de tratamiento a la que será sometida para cumplir con la norma salvadoreña obligatoria de calidad del agua para consumo humano vigente.

5.5.3 Aguas superficiales

Son puntos localizados en la corteza terrestre por donde aflora el agua subterránea, abierta a la atmósfera y generalmente sujeta a escorrentía superficial. Este tipo de fuentes sufre variaciones en su producción asociadas con el régimen de lluvia en la zona. En la mayoría de los casos, es de esperar que el caudal mínimo de la fuente coincida con el final del período seco en la zona; por lo que deberán realizarse aforos en este período y llevar un registro histórico de su producción en diferentes épocas del año.

Entre las fuentes de aguas superficiales aprovechables para el consumo humano tenemos: ríos, riachuelos, lagos, lagunas, humedales y embalses.

Al ubicar y diseñar obras de captación se considerarán las siguientes condiciones y/o características esenciales:

- a) Ubicación apropiada con relación a fuentes de contaminación localizadas.
- b) Estabilidad de laderas y estructural.
- c) Ubicación adecuada para obtener agua de la mejor calidad.
- d) Control, reducción o eliminación de fuentes de contaminación y/o polución.
- e) Provisiones para extracción de agua de varios niveles, cuando sea conveniente y factible.
- f) Definir conveniencias y factibilidad de aplicar métodos de clarificación como pre tratamiento del agua captada, para evitar variaciones en épocas lluviosas.
- g) Control de sedimentos, para evitar daños a los equipos y uso excesivo de reactivos en las unidades de potabilización. En las captaciones la boca toma estará protegida con rejillas, cribas, jaulas, cortinas o compuertas con fácil acceso y mantenimiento.
- h) Diseños de obras de protección entre elementos de bocatoma y cámara de succión.
- i) Diseño funcional de cámara de succión para evitar vórtices y cavitación.

- j) La estación de bombeo deberá contar con el espacio y equipo suficiente para facilitar la instalación y mantenimiento.
- k) Diseño funcional para reparaciones y mantenimiento de cámara de bombas para evitar vórtices, vibraciones, pérdida de eficiencia y problemas de mantenimiento.
- l) Provisiones para operación y mantenimiento de acuerdo al manual de operaciones del fabricante de los equipos. El contratista responsable de la ejecución de la obra será responsable ante el ente rector de entregar un manual de operaciones y mantenimiento de la obra ejecutada.

5.5.4 Extracción del agua subterránea

Por el nivel freático del agua subterránea y profundidad de perforación para la extracción se identificarán dos tipos de pozos y el afloramiento de agua subterránea superficial:

5.5.4.1 Pozo somero

Se trata del pozo artesanal excavado a mano cuya profundidad depende de las condiciones del suelo, la geología y topografía del lugar, generalmente es de hasta 30 metros de profundidad. El pozo artesanal capta agua subterránea de acuíferos someros.

Esta opción resulta ser una solución tecnológica bastante apropiada para el suministro de agua para el sector rural disperso. Para garantizar la funcionabilidad del sistema se deberá cumplir con los siguientes criterios:

Todo pozo somero deberá ser sometido a una prueba de rendimiento.

Serán considerados solamente aquellos pozos someros, cuyo nivel estático se encuentre como mínimo 2.00 m por encima del fondo del pozo; esta medida deberá realizarse al final del periodo de seco de la zona.

Para la extracción de agua, el pozo deberá estar protegido contra contaminación exterior; por lo que deberá utilizarse medios mecánicos para la extracción del agua a través de bombas manuales, eléctricas o de combustión. En la sección 5.6 se presenta el apartado de bombas manuales fabricadas y utilizadas regionalmente.

Deberá cumplir con los requerimientos de protección sanitaria a las fuentes de abastecimiento establecidos en la sección 5.8.

5.5.4.2 Pozo profundo

Pozo perforado cuya profundidad total sea superior a 30 metros, ya sea que capture agua del acuífero libre, confinado, semi-confinado o una combinación de ambos.

Para la perforación se deberá dar cumplimiento a la Norma Técnica para la Perforación de Pozos Profundos de la Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados ANDA. En su última versión.

Deberá cumplir con los requerimientos de protección sanitaria a las fuentes de abastecimiento establecidos en la sección 5.8.

5.5.4.3 Manantiales

Un manantial o nacimiento de agua, es una fuente natural que brota de la tierra o entre las rocas. Se origina en la filtración de agua lluvia que penetra al subsuelo y emerge en una altitud menor, donde el agua no se encuentre confinada entre conductos impermeables. Estos conductos

subterráneos a veces se calientan por el contacto con rocas ígneas y afloran como aguas termales. Cuando el agua subterránea aflora a la tierra, puede formar un estanque o el inicio de un arroyo.

5.5.5 Categorización del proyecto

Con el objetivo de clasificar e incorporar la variable ambiental en la ejecución de proyectos nuevos, el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, MARN, establecerá la categorización de obras o proyectos que requieran someterse al proceso de evaluación de impacto ambiental mediante la aplicación de las disposiciones establecidas en la Ley del Medio Ambiente en función de la envergadura del proyecto y de la naturaleza del impacto potencial que su ejecución podría generar basados en el tamaño, volumen o extensión de la actividad, obra o proyecto; y a la sensibilidad del sitio en el cual se pretende ejecutar.

5.5.6 Caudal aprovechable

El caudal disponible de la fuente deberá comprobarse con un estudio base fundamentado en balances hidrológicos, investigaciones hidrogeológicas y/o coeficientes hidráulicos de acuíferos y pozos.

El caudal aprovechable deberá estar en concordancia con la categorización del proyecto establecida por el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Renovables MARN en su última versión.

Para el caso de fuentes de aguas superficiales el caudal aprovechable deberá ser igual o mayor a la demanda máxima diaria de agua al final del período de diseño.

Para el caso de pozos o fuentes que la requieran, el caudal aprovechable será igual o mayor que la demanda máxima diaria suministrada hasta un máximo de 20 horas de bombeo.

En el caso de que el caudal aprovechable sea menor a la demanda máxima diaria, se podrán construir reservorios para compensar la demanda.

5.6 Bombas manuales

5.6.1 Antecedentes

Tradicionalmente, la metodología acostumbrada por nuestra población rural para la extracción de agua de un pozo somero, que por lo general, es por medio de un rodillo de madera al cual se le enrolla una soga o cable que baja un balde asegurado en su extremo, para luego ser subido a través de un esfuerzo humano proporcional al peso del agua transportada por medio de una manivela incorporada axialmente al rodillo. También es utilizada una polea asegurada al eje del pozo y por medio de la cual se baja y sube un cable o soga a la cual se le ata el balde para la extracción del agua.

Mientras el proceso descrito se realiza, la boca del pozo permanece abierta encontrándose vulnerable a cualquier contaminación, inclusive por el mismo balde que se extrae y se introduce continuamente. En cuanto a la seguridad de su operación por menores de edad, ésta se encuentra sumamente comprometida ya que la boca del pozo permanece abierta durante el proceso, así como la manipulación de la manivela que se vuelve peligrosa si no se cuenta con un seguro de contra giro.

Diversos centros de investigación a nivel internacional han trabajado en el diseño de bombas manuales que permitan la extracción del agua con un mayor control del riesgo de contaminación,

contando con un sello permanente en la boca del pozo y que su operación pueda ser realizada de forma segura por personas menores y de la tercera edad.

A nivel regional instituciones como: Organización Panamericana de la Salud, OPS; Oficina Regional de la Organización Mundial de la Salud, OMS; Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente CEPIS y la Agencia Suiza para el Desarrollo y Cooperación, COSUDE; han patrocinado módulos de capacitación para la fabricación e instalación de bombas manuales.

5.6.2 Generalidades

La bomba manual es un dispositivo que sirve para elevar el agua, su funcionamiento se basa en dos principios: la aceleración y el desplazamiento. Las bombas centrífugas aceleran el agua y le dan presión, mientras que en las bombas de pistón, la presión se obtiene mediante el desplazamiento del agua. Regionalmente se conocen dos tipos de bombas manuales: la de pistón y la de mecate.

5.6.3 Bombas de pistón

El principio básico de la bomba de pistón es la de contar con dos válvulas de retención que pueden ser hechas de cuero, pequeñas esferas de caucho, canicas o juntas metálicas. Al subir el pistón se abre la válvula de pie y el agua ingresa; luego al bajar el pistón la válvula de pie se cierra y se abre la válvula superior expulsando el agua hacia la superficie

Están compuestas de un cilindro, un pistón y válvulas de retención, en donde su diseño y diámetros pueden ser variables, dependiendo del énfasis y condiciones que se buscan.

El cilindro interior al pozo será de PVC con un SDR 26, por el cual se desliza verticalmente un pistón de tubería de PVC SDR 26 para profundidades menores a 7 metros y SDR 17 para profundidades mayores otorgando mejor rigidez en el pistón, el cual será accionado desde la superficie exterior mediante presión directa manual o mediante la incorporación de una palanca metálica.

Se deberá instalar una tubería con rejilla o perforada de protección al cilindro para evitar el ingreso de partículas extrañas al sistema.

Exteriormente, sobre el broquel del pozo, se deberá instalar un cilindro de protección metálica, fabricado con tubería de acero negro o galvanizado, sch 40 que cumpla con ASTM A53, sobre el cual se instalará una brida metálica por donde saldrá el émbolo del pistón. Al pistón le podrá ser incorporada una palanca metálica para facilidad de operación del pistón. La conexión del cilindro metálico de protección de la bomba a la tapadera de concreto del pozo deberá ser por medio de una brida metálica removible empernada a tapadera de concreto de pozo, y la conexión brida/tubo deberá ser roscada; de tal forma que todas las piezas sean fácilmente desmontables. Los pernos de las bridas deberán quedar embebidos en el concreto de la tapa.

Las bombas manuales de pistón podrán fabricarse en dos modalidades básicas:

- **Modalidad de succión.** Cuando la salida del agua es a través del cilindro por medio de una derivación instalada en el mismo. Esta modalidad es aplicable cuando el nivel del agua se encuentra a menos de 7.00 metros.
- **Modalidad impelente.** Cuando la salida del agua es a través del pistón, pudiendo lograr la extracción en profundidades hasta 30.00 metros.

Estas bombas, en ambas modalidades, pueden ser adaptadas para elevar el agua sitios altos, como tanques elevados de hasta 6 metros de altura, de donde se puede otorgar servicio a la vivienda por medio de una tubería de distribución por gravedad. Este tipo de bomba de acción directa cuenta con ensayos de producción de hasta 0.6 litros por maniobra para una profundidad de hasta 30 metros.

5.6.3.1.1 Componentes básicos

Cilindro: Es el dispositivo en donde tiene lugar la impulsión del agua mediante el deslizamiento del pistón.

Pistón: El pistón es una pieza de forma cilíndrica, que transmite un impulso al agua al desplazarse verticalmente por el interior del cilindro o por el interior del pistón, dependiendo el énfasis de su diseño, transmitiendo una presión que hace posible la apertura y cierre de la(s) válvula(s) de pie.

Válvula del pistón: Es el dispositivo que permiten el paso de agua del cilindro a hacia la tubería de impulsión e impide el regreso de agua desde la tubería de impulsión hacia el cilindro. Va unido al pistón.

Válvula de pie: Es el dispositivo encargado de dar paso al agua hacia el cilindro y/o hacia el pistón y retenerla ahí.

Filtro: Es el elemento encargado de retener las partículas que se encuentren en el agua, el cual puede ser colocado al pie del cilindro o crear una cobertura al cilindro por medio de una tubería con rejilla o perforada, de un diámetro mayor al diámetro del cilindro.

5.6.4 Bomba de mecate

El principio básico de la bomba de mecate consiste en una cuerda con tapones ubicados a cada cierta distancia a lo largo de la cuerda, la que se hace girar en una polea mediante el accionar de una manija. En la medida que gira la cuerda los tapones capturan una pequeña columna de agua que la lleva hacia la superficie a través de un tupo de PVC colocado verticalmente desde el fondo del pozo hasta la superficie, descargando horizontalmente por medio de accesorios.

La bomba de mecate es un sistema utilizado para extraer agua del subsuelo u otra fuente de agua hasta la superficie al nivel deseado, con un mínimo de esfuerzo físico.

La cuerda se coloca alrededor de la polea motriz situada sobre el pozo. La cuerda lleva amarrados unos tapones de plástico o hechos de cualquier material flexible, situados a cada 20 o 30 centímetros que pasan dentro de un tubo de PVC. Los tapones funcionan como pistones y el tubo de PVC funciona como un cilindro. La polea motriz se hace girar a mano, de forma que la cuerda baje al pozo y vuelva a subir por el tubo.

Podrá utilizarse en pozos comunales o en pozos de uso individual.

El énfasis de su uso es para el abastecimiento de agua para la población en comunidades, pero también puede ser utilizada para propósitos de riego agrícola o ganaderos en pequeña escala.

5.6.4.1.1 Componentes básicos

Soporte: Permite la colocación de la polea motriz con su eje y manija, de tal forma que quede sobre la proyección del pozo. La estructura puede ser construida de madera o de perfiles metálicos.

Polea motriz: Comúnmente es utilizada una rueda usada de bicicleta, pero también puede ser construida de madera o de metal. Deberá ser revestida de goma o llanta usada de bicicleta para evitar la excesiva fricción de la cuerda durante el arrastre.

Manivela: Construida de madera o de metal revestida con goma para evitar lastimar las manos de la persona operadora.

Es aceptado que la bicicleta sea montada sobre un marco y que la manivela sea sustituida por el pedaleo realizado con los pies para el accionamiento de la polea motriz (llanta trasera de la bicicleta).

Tubería: El tubo de subida deberá ser de PVC y contar con una especificación mínima: C-160 PSI, SDR 26, ASTM D-2241, y el accesorio de descarga deberá ser de PVC sch 40, ASTM D-2466. El diámetro a utilizar dependerá de la profundidad del pozo y en su extremo inferior deberá tener forma de campana de tal forma que permita el paso fluido de la cuerda y los pistones, sin daño para estos últimos.

Pistones: Generalmente son utilizados tapones de plástico o de goma, también se utilizan de madera dura. Su diámetro depende del diámetro interior de la tubería de subida, siempre dejando una holgura entre el pistón y el tubo para evitar el atascado de los mismos. La distancia entre cada pistón varía entre 0.20m a 0.5m dependiendo de la profundidad del pozo.

Guías: Se construyen de metal, madera dura, concreto o cerámica esmaltada; siendo esta última la más recomendable para alargar la vida de la soga y los pistones. Se coloca al fondo del pozo y su función básica es guiar la cuerda y los pistones (sin roce o desgaste) hasta la entrada del mecate a la tubería de subida.

Contrapeso: Su función principal es mantener la tubería de subida en una posición vertical lo más a plomo posible. Puede ser fabricado en concreto, metal u otro cuerpo pesado.

Soga: Preferiblemente de nylon. Es el elemento en donde van fijados los pistones y forma un circuito cerrado desde la polea motriz hasta la guía inferior.

5.7 Estaciones de bombeo

Su función principal es la de bombear el agua de pozos profundos perforados o fuentes que la requieran.

Los equipos utilizados normalmente son bombas tipo turbina de eje vertical o bombas tipo sumergible, las primeras para profundidades de pozo de hasta 182.88 m (600 pies) y las segundas con énfasis a profundidades superiores a 182.88 m (600 pies).

La profundidad e instalación de la bomba o sus impulsores deberá estar definida por las condiciones hidráulicas del acuífero y el caudal de agua a extraerse.

En las estaciones de bombeo deben considerarse los elementos siguientes: caseta de protección de conexiones eléctricas o mecánicas, conexión de bomba, válvulas de protección, equipo de medición de caudal, fundación para el equipo de bombeo, anclajes, equipo de bombeo (motor, bomba y arrancador), subestación eléctrica, equipos de cloración y cerca perimetral de protección.

Dentro de las fuentes de energía podrá considerarse la energía solar para el suministro de energía eléctrica; siempre y cuando la tecnología lo permita de acuerdo a las potencias de desarrollo de las bombas.

Por efectos de contaminación, quedan prohibidas el tipo de bombas que utilizan grasas y aceites para su lubricación. Solo podrán utilizarse bombas lubricadas por agua. Queda prohibido el uso de bombas accionadas por motores de combustión interna, a menos que se presente un plan de diseño de captura de contaminantes.

5.7.1 Caseta de control

Las casetas de control serán diseñadas de mampostería de ladrillo reforzado, concreto armado, bloque de concreto reforzado y cualquier otro material resistente al fuego, humedad, viento y depredación.

En el diseño interior se deben considerar los requerimientos de espacio para cada pieza del equipo, su localización, monitoreo, iluminación suficiente, ventilación y desagüe. Las casetas tendrán servicios domésticos de agua potable, aguas negras, aguas lluvias y electricidad; estableciendo el perímetro de protección de la fuente de agua.

Deberá estar protegida del público con cercas apropiadas y contar con accesibilidad durante todo el año.

Las estaciones de bombeo de agua potable estarán provistas de un sistema de desinfección como la cloración, instalado posterior a la línea de bombeo. Este sistema de cloración deberá estar protegido dentro de la caseta de control.

Sistemas con hipocloradores de carga constante del tipo artesanal podrán ser admitidos, siempre y cuando sea debidamente respaldado comprobados la regulación de las dosificaciones.

5.7.2 Localización.

En la selección del sitio para la estación de bombeo se debe considerar lo siguiente:

- Protección de la calidad del agua.
- Eficiencia hidráulica del sistema de aducción y distribución.
- Peligro de interrupción del servicio por incendio, inundación, etc.
- Disponibilidad de energía eléctrica o de combustible.
- Topografía del terreno.
- Facilidad del acceso en todo el año.
- Área necesaria para la estación, transformadores, cloradores, futuras ampliaciones y áreas de retiro.

5.7.3 Fundación para equipo de bombeo

Se diseña de acuerdo a las dimensiones y característica del equipo, serán de concreto reforzado con una resistencia a la compresión de 210 kg/cm² a los 28 días.

5.7.4 Equipo de bombeo y motor

Los equipos de bombeo se instalarán en pozos profundos o tanques de succión cuyas características técnicas básicas son las siguientes:

Los equipos de bombeo se seleccionarán para atender el caudal máximo diario durante un período de 10 años y un tiempo máximo de 20 horas diarias de bombeo al final de ese período.

Cuando exista más de un equipo de bombeo, se seleccionarán de tal manera que al estar fuera de servicio un equipo, por reparación y mantenimiento preventivo, los restantes puedan satisfacer la demanda máxima.

Se deberá instalar los elementos de protección que garanticen el paro de los equipos cuando se tenga una condición seca en la fuente de suministro de agua.

Se deberá dar cumplimiento a las especificaciones descritas en la Norma Técnica para la Perforación de Pozos Profundos de la Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados ANDA. En su última versión.

La succión tendrá un diámetro no menor a la descarga. La potencia del conjunto motor-bomba se estimará con base al caudal, carga dinámica total y eficiencia del conjunto.

El conjunto motor bomba deberá ser de alta eficiencia (no menor de 80%) y adecuado a las condiciones del agua y pozo donde se instalará, por lo que antes de seleccionarse se deberá de contar con la información necesaria: temperatura, alcalinidad y contenido de minerales en el agua entre otros (en el caso de pozos).

Las instalaciones electromecánicas deberán satisfacer normativas reconocidas nacionales e internacionales: NEC (baja tensión), NESC (media tensión), ICCEC, ASME, IMC.

Se deberá diseñar cuidadosamente el sistema eléctrico y considerar las opciones para determinar la fuente de energía más económica y eficiente para el funcionamiento de las bombas.

Se deberá garantizar el suministro suficiente de potencia y energía para operar las bombas a su máxima capacidad (Factor de potencia deberá estar sobre 0.91).

Deberá de contarse con un programa de mantenimiento electro mecánico a ejecutarse de acuerdo a los requerimientos específicos del fabricante de cada equipo. Este deberá de ser cumplido por personal técnicamente certificado.

Antes de la compra, se deberá estudiar cuidadosamente la curva característica de la bomba emitida por el fabricante, y comparar su desarrollo con respecto a los requerimientos técnicos del cálculo.

5.7.4.1 Árbol de descarga

El equipo de bombeo deberá contar con un árbol de descarga construido con tubería de acero al carbón con especificaciones mínimas sch 40 ASTM A53, juntas bridadas de acuerdo a ANSI B16.1.

Deberá contar con una derivación para el control de la producción del pozo y/o del estado de funcionamiento del equipo.

Deberá contar con un medidor en línea para el registro continuo de la producción y la visualización instantánea del caudal bombeado. El medidor deberá cumplir con uno de los estándares: AWWA C-704-08 (50 mm – 1800 mm)); ISO 4064.

Deberá contar en su descarga con una válvula de retención conforme a estándar AWWA C508, junta brida conforme a: ANSI B16.1, válvula de compuerta de respaldo, válvula liberadora de aire certificada UL y que cumpla con AWWA C-512 con su correspondiente válvula de compuerta de respaldo, todas fabricadas en hierro fundido. Las válvulas de compuerta serán indicadoras de posición con vástago ascendente con torre y tornillo externo conforme a uno de los siguientes estándares: AWWA C500, AWWA C509, AWWA C515 y junta brida conforme a: ANSI B16.1

Deberá instalarse manómetro antes y después de la válvula de retención a una escala adecuada a las presiones de trabajo.

Se deberá realizar un cuidadoso cálculo cuando se sospeche efectos por golpe de ariete e instalar en el árbol de descarga, de ser requerido, una válvula anticipadora de onda fabricada en Ho Fo de acuerdo a las condiciones calculadas. La válvula deberá cumplir con certificaciones de fabricación UL.

5.8 Protección sanitaria a fuentes de abastecimiento

Independiente del tipo de bomba que se utilice siempre deberán considerarse medidas para la protección de la fuente y evitar la contaminación del agua.

La base en donde se fije la bomba deberá garantizar protección contra la contaminación, ésta deberá ser de concreto reforzado con un espesor que ofrezca una resistencia mecánica de acuerdo al diámetro de la boca del pozo y al peso de los elementos a ubicarse sobre la misma. Deberá garantizar la hermeticidad entre el entorno y el interior.

En el caso de zonas con riesgos de inundación, el broquel del pozo y la base de la bomba deberán colocarse a una altura superior al nivel máximo estimado de la altura de inundación.

5.8.1 Establecimiento de perímetros de protección

Con el objeto de salvaguardar la calidad y cantidad de las aguas subterráneas destinadas al abastecimiento de agua para consumo humano; se deberán establecer perímetros de protección a las fuentes de agua de acuerdo a los criterios y parámetros establecidos en este reglamento.

El establecimiento de perímetros de protección consiste en la ordenación territorial del entorno de la captación para la adecuación de los usos del suelo con los objetivos de:

- Dotar de las herramientas a las autoridades y actores locales que desarrollen medidas de protección a las áreas alrededor de fuentes de agua.
- Evitar el vertido de sustancias contaminantes que podrían afectar la calidad de agua captada.
- Controlar el desarrollo de cualquier nueva actividad incompatible con la preservación de los recursos captados.
- Fortalecer las medidas de prevención y control en las zonas de captación.

Se adopta el principio de protección de las captaciones de agua subterránea por medio de tres perímetros o zonas sucesivas a la fuente, las cuales se proyectan en la Figura 1. Así también en la Figura 2 se proyecta un ejemplo de zonificación en función del tiempo de tránsito.

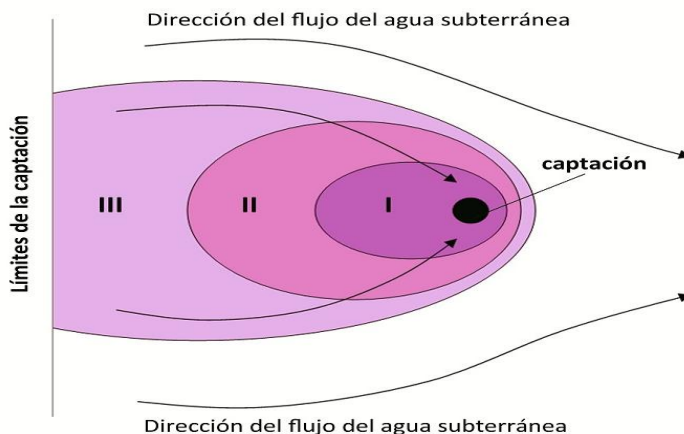


Figura 1. Perímetros de protección de la fuente.

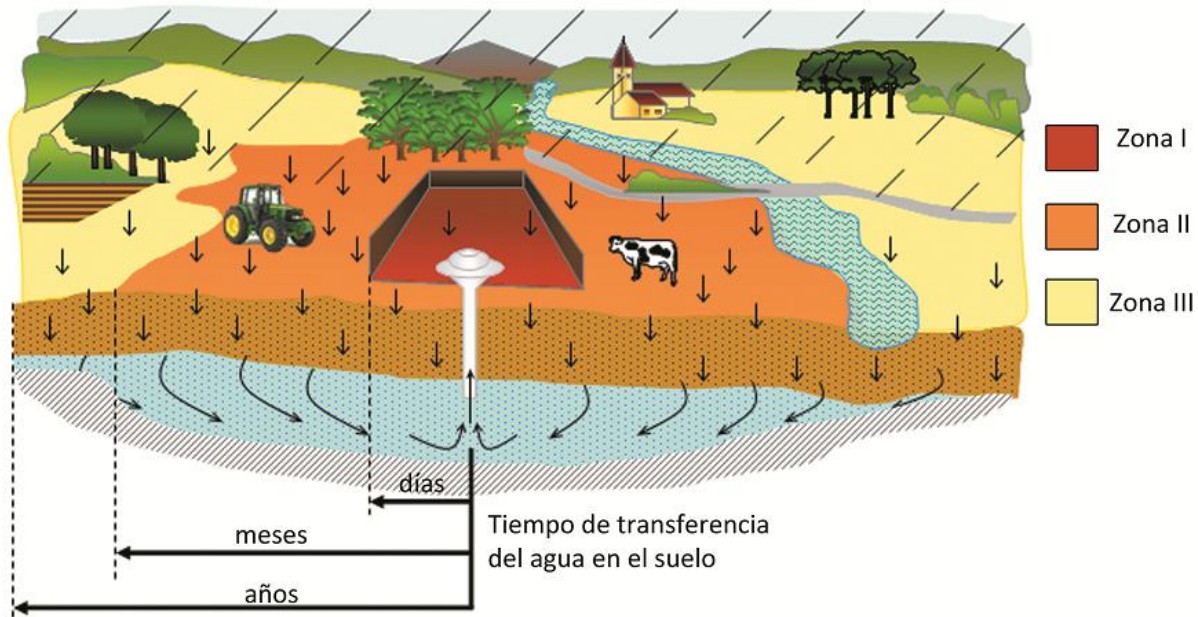


Figura 2. Ejemplo de zonificación en función del tiempo de tránsito.

Fuente: "La protección de captaciones". Organización Mundial de la Salud

5.8.2 Zonas de captación

5.8.2.1 Zona I – Inmediata o de restricciones absolutas

La principal función de este perímetro será impedir el deterioro de las instalaciones de captación y/o evitar el vertido de sustancias contaminantes en las zonas inmediatas a la captación. Considerando a los microorganismos como agentes contaminantes, se determina con un tiempo de tránsito de 1 día. La distancia será calculada teniendo en cuenta las propiedades hidrogeológicas, el régimen de flujo del manantial, etc. En el área resultante se impondrán restricciones absolutas, quedando prohibida cualquier actividad ajena a la operación y mantenimiento. Siempre que sea posible, los terrenos comprendidos dentro de este perímetro deben ser adquiridos, cercados y mantenidos por la comunidad de usuarios o la administración responsable.

La cerca perimetral alrededor del pozo tendrá una distancia mínima de 10 metros; y en los casos en los que se encuentre en una zona con un alto índice de vulnerabilidad a la contaminación ($GOD > 0.5$), que el nivel freático se encuentre a menos de 5 m o que la cobertura del agua subterránea sea de un elemento poroso, se deberá dejar una zona de protección absoluta de 30 metros alrededor del pozo.

El índice de vulnerabilidad deberá ser calculado mediante el método GOD desarrollado por Foster en 1987, el cual mide el grado de confinamiento hidráulico, la Ocurrencia del sustrato sobre el acuífero y la distancia al nivel del agua subterránea, por lo que sus siglas (GOD) representan los tres elementos que evalúa. Es un método sencillo y sistemático por lo que se usa

cuando se cuenta con escasos datos, cuando los que se cuentan no son confiables o no cubren la totalidad del territorio que se estudia.

Deberá colocarse un rótulo informativo que explique la función de cada una de las zonas de protección y las restricciones absolutas en cada una de ellas.

5.8.2.2 Zona II – Intermedia o de restricciones máximas

Es un área de restricciones en la que hay que limitar el tipo de actividades que se van a realizar para poder proteger las aguas frente a cualquier tipo de contaminación. Como criterio de delimitación se tomará la prevención contra la contaminación bacteriológica de forma que el tiempo de tránsito desde el punto de inyección hasta el punto de captación sea mayor de 50 días.

Generalmente la línea de 50 días se determina mediante métodos hidráulicos por que el factor físico más importante en este caso es la velocidad real (V_r) del agua. En sitios en donde la situación hidrogeológica, la capa superior del acuífero presenta grietas, fracturas y fallas tectónicas, la situación es muy distinta, el flujo del agua es más lineal y no uniforme; la velocidad del agua subterránea puede ser más alta que en un acuífero de sedimentos.

Para zonas con sectores que tengan velocidades parciales del agua subterránea (V_r) altas (mayores a 50 metros por día), o que se ha detectado una alta vulnerabilidad a la contaminación hídrica ($GOD > 0.5$), la extensión mínima hacia aguas arriba de la zona II será de 300 metros.

La velocidad real del agua subterránea (V_r) se calcula mediante la fórmula:

$$V_r = \frac{K_f \cdot I}{P^*} \text{ (m/s)}$$

Dónde:

V_r = Velocidad real del agua subterránea (m/s)

K_f = Conductividad hidráulica (m/s) (calculado de acuerdo a la Ley de Darcy u obtenido de acuerdo a los valores típicos presentados en la Tabla 5.7.1 según el tipo de suelo en donde se produce la advección.

I = Gradiente hidráulico (adimensional) calculado mediante la diferencia de niveles estáticos del nivel freático entre dos pozos dividido entre la distancia de separación.

P^* = Porosidad eficaz del substrato. Puede ser obtenido mediante los valores típicos según el tipo de suelo de la Tabla 5.8.2.2 (ver Figura 3), ensayos de bombeo o calculado mediante fórmula de Marotz.

$$P^* = 0.462 + [0.045 \cdot \ln(k_f)]$$

Con base a la información de la velocidad real del agua subterránea se puede calcular el radio r_{50} de la zona de protección II mediante la fórmula:

$$r_{50} = V_r \cdot 50.86400 \text{ (m/50días)}$$

A menos que el pozo se encuentre ubicado al centro de un valle o llanura, no se trata de un círculo concéntrico, la distancia aguas abajo puede ser mucho menor (X, ver Figura 3) y se calcula mediante la fórmula de Todd (1980).

$$X = \frac{Q}{2\pi.kf.E.I}$$

X = Distancia al punto de culminación de la zona de protección aguas abajo (m)

Q = Caudal de extracción del pozo de producción (m³/s)

E = Espesor del acuífero (m)

5.8.2.3 Zona III – Alejada o de restricciones moderadas

Es un área de restricciones en la que se trata de proteger frente a contaminaciones más persistentes. Se define con un tiempo de tránsito de varios años. Su geometría se determina mediante la zona de aportación subterránea (puede coincidir con la cuenca vertiente si coinciden los límites de las cuencas de las aguas superficiales y de las subterráneas). Las restricciones no son tan severas como en la zona intermedia.

El concepto de la zona de protección III es asegurar la cantidad y calidad del agua a extraer del pozo, y es la zona de protección en la extensión total alrededor del pozo, que incluye las zonas II y I. La extensión de la zona III depende en gran medida de la recarga acuífera de la zona y de la extracción del pozo. En casos de alta recarga y poca extracción, la zona III puede ser pequeña, en cambio en zonas de poca recarga y altos caudales de extracción del pozo, la zona III debe ser suficientemente grande.

Tabla 5.8.2.2 Valores estimados de la porosidad (%), según Sanders (1998)

Tipo de suelo	Total (n)	Eficaz (*)
Arcillas	40 a 60	0 a 5
Limos	35 a 50	3 a 19
Arenas finas, arenas limosas	20 a 50	10 a 28
Arena gruesa o bien clasificada	21 a 50	22 a 35
Grava	25 a 40	13 a 26
Pizarra sedimentaria (shale) intacta	1 a 10	0.5 a 5
Pizarra sedimentaria (shale) fracturada/alterada	30 a 50	
Arenisca	5 a 35	0.5 a 0.10
Calizas dolomías NO carsificadas	0.01 a 1	0.1 a 5
Calizas, dolomías carsificadas	5 a 50	5 a 40
Rocas ígneas y metamórficas sin fracturar	0.01 a 1	0.0005
Rocas ígneas y metamórficas fracturadas	1 a 10	0.00005 a 0.01

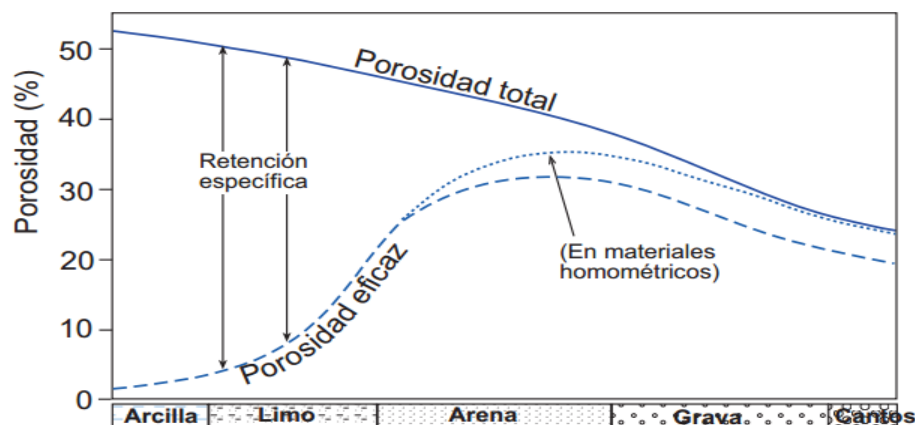


Figura 3 Gráfico Porosidad total/eficaz según el tipo de suelo

El método de Hölting (1996) es el método más fácil y rápido para construir una zona de protección III alrededor de un pozo. Se deberá emplear este método como la medida mínima para proteger la fuente del agua subterránea. La fórmula es:

$$A = \frac{Q}{R} \text{ (m/s)}$$

Dónde:

A = Zona III de protección (km²)

Q = Caudal de la extracción de agua del pozo (l/s)

R = Recarga acuífera (l/s) por km²

La recarga acuífera deberá ser calculada mediante el balance hídrico de la sub cuenca y expresada en litros por segundo por kilómetro cuadrado.

De la fórmula: $A=\pi.r^2$ obtenemos el radio de protección alrededor del pozo.

Generalmente el agua subterránea fluye en la misma dirección de la pendiente topográfica, por eso se recomienda ajustar la zona de protección a la forma topográfica.

Con la ayuda de un mapa topográfico se puede trazar la zona de protección más hacia arriba, en la dirección de la pendiente de donde viene el agua subterránea que podría contaminar el pozo.

También podemos diseñar la zona de protección III con el apoyo de las fórmulas de Todd (1980) y Wyssling (1979) para determinar los siguientes 3 parámetros necesarios (ver Figura 4):

$$\frac{y}{2} = \frac{Q}{2Kf.E.I} \text{ (m)}$$

Dónde:

y/2 = Ancho de la zona III en la zona del pozo

Q = Caudal de la extracción del agua del pozo (m³/s)

Kf = Conductividad hidráulica (m/s)

E = Espesor del acuífero (m)

I = Gradiente hidráulico (adimensional)

El punto de culminación (X) aguas abajo se calcula mediante la fórmula de Todd (1980)

$$X = \frac{Q}{2\pi.Kf.E.I} \text{ (m)}$$

Y una vez calculado el ancho de la zona de protección a la altura del pozo $\frac{y}{2}$, fácilmente se obtiene el tercer parámetro $Y= 2. \frac{y}{2}$

Estos 3 datos se necesitan para construir la zona de protección III en la manera como se ve en la Figura 4.

La zona de protección III, deberá ser calculada de acuerdo al grado de vulnerabilidad a la contaminación del acuífero, pero en ningún momento será menor a 1 año de tránsito.

La información sobre la extracción, el espesor y el gradiente hidráulico se consigue a través de los perfiles litológicos y mediciones de los niveles de agua en los pozos existentes en la zona de estudio. La conductividad hidráulica se deberá obtener mediante ensayos precisos como los de bombeo, pero en su defecto podrá utilizarse los datos aproximados de valores típicos de la Tabla 5.7.1.

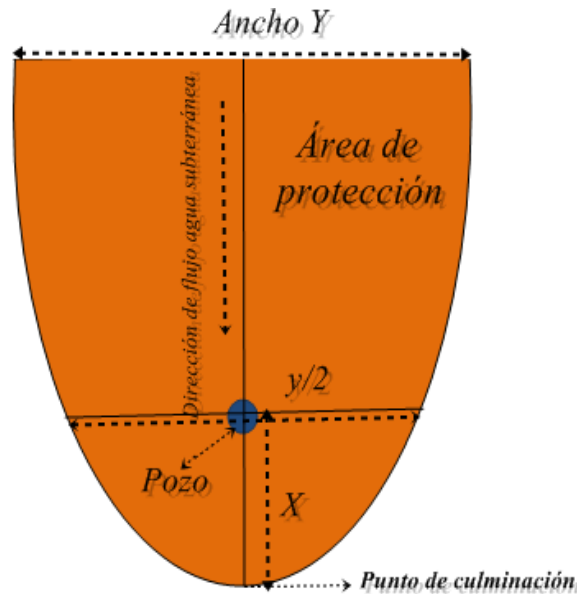


Figura 4. Parámetros en zona de protección III

5.8.2.4 Conductividad hidráulica

Parámetro básico para determinar la cantidad de agua subterránea que se encuentra disponible en un acuífero, en que tiempo se recupera y a qué velocidad fluye.

Cada substrato tiene un rango específico de k_f típico, por lo que se puede estimar la conductividad hidráulica sin muchos cálculos, siempre y cuando se sepa de qué material está formado el acuífero. La Tabla 5.7.1 se puede utilizar para estimar el k_f según el substrato que se encuentra en el acuífero.

El método seguro y correcto para determinar la conductividad hidráulica es a través de un ensayo de bombeo. Durante este ensayo se extrae agua de un pozo y se puede calcular el k_f según el tiempo y el nivel del agua que se bajó dentro del pozo.

Tabla 5.7.1. Valores típicos de la conductividad hidráulica (Doménico y Schwartz, 1998)

Tipo de suelo	Conductividad hidráulicas (m/s)
Sedimentos	
Arena gruesa	3×10^{-4} a 3×10^{-2}
Arena media	9×10^{-7} a 6×10^{-3}
Arena fina	9×10^{-7} a 5×10^{-4}
Limo	2×10^{-7} a 2×10^{-4}
Tillita	1×10^{-9} a 2×10^{-5}
Arcilla	1×10^{-12} a 4.7×10^{-6}
Arcilla marina inalterada	8×10^{-11} a 2×10^{-6}

Tipo de suelo	Conductividad hidráulicas (m/s)
Rocas sedimentarias	
Caliza y karst	1 x 10 ⁻⁶ a 2 x 10 ⁻²
Caliza, dolomia	1 x 10 ⁻⁹ a 6 x 10 ⁻⁸
Arenisca	3 x 10 ⁻¹⁰ a 6 x 10 ⁻⁶
Limolita	1 x 10 ⁻¹¹ a 1.4 x 10 ⁻⁸
Sal	1 x 10 ⁻¹² a 2 x 10 ⁻¹⁰
Anhidrita	4 x 10 ⁻¹³ a 2 x 10 ⁻⁸
Lutita	1 x 10 ⁻¹³ a 2 x 10 ⁻⁹
Rocas cristalinas	
Basalto fracturado	4 x 10 ⁻⁷ a 2 x 10 ⁻²
Rocas ígneas y metamórficas fracturadas	8 x 10 ⁻⁹ a 3 x 10 ⁻⁵
Granito	3.3 x 10 ⁻¹¹ a 5.2 x 10 ⁻⁷
Basalto masivo	2 x 10 ⁻¹⁴ a 4.2 x 10 ⁻¹⁰
Rocas ígneas y metamórficas no fracturadas	

5.9 Línea de aducción y red de distribución

5.9.1 Generalidades

Son los elementos de conducción del abastecimiento de agua potable a las viviendas; las cuales permiten que llegue el agua desde la fuente al punto de consumo en condiciones hidráulicamente correctas, tanto en calidad, cantidad y presión adecuada. Es de relevancia dejar claro en este reglamento que el agua potable es el recurso natural a cuidar en todo momento, por lo que su enfoque principal es al cuido y preservación del recurso.

5.9.2 Línea de aducción

Las líneas de aducción son el conjunto de ductos, obras de arte y accesorios destinados a transportar, de una forma segura y sin desperdicio, el agua procedente de la fuente de abastecimiento, desde la captación hasta la comunidad, formando el enlace entre la obra de captación, tanque o cisterna de almacenamiento y la red de distribución. Su capacidad deberá ser suficiente para transportar el gasto máximo diario. Se le deberá proveer de los accesorios y obras de arte necesarios para su buen funcionamiento, conforme a las presiones de trabajo especificadas para las tuberías, tomando en consideración la protección y mantenimiento de las mismas.

Cuando la topografía del terreno así lo exija se deberán instalar las válvulas admisoras y liberadoras de aire de acuerdo al caudal de conducción en las cimas encontradas durante la trayectoria, las cuales deberán cumplir con AWWA C-512. Las válvulas admisoras y liberadoras de aire se deberán instalar en los puntos más altos de las líneas de aducción a intervalos regulares de ochocientos metros entre cada una. Intervalos más cercanos deberán ser aceptados de acuerdo al criterio técnico del diseñador.

El diámetro del orificio de una válvula liberadora de aire será determinado de acuerdo a la curva de funcionamiento que proporciona el fabricante, la cual a su vez se encuentra en función a la presión de trabajo y el caudal de expulsión de aire que se puede estimar al equivalente al 2% del caudal conducido.

Se deberán instalar válvulas limpieza, purgadoras de lodo, en los puntos más bajos. Las válvulas purgadoras de lodo deberán cumplir con uno de los estándares o certificaciones siguientes: AWWA C500, AWWA C509, AWWA C515; Se dejarán instaladas a intervalos regulares de

ochocientos metros. Intervalos más cercanos podrán ser aceptados de acuerdo al criterio técnico del diseñador.

Para conductos cerrados la línea piezométrica no será menor a 7.00 mca sobre la corona del tubo y una presión estática máxima del 75% de la presión de trabajo de la tubería.

No será permitida la instalación de acometidas domiciliarias en la línea de aducción.

5.9.2.1 Caudal de Diseño sin Tanque de Almacenamiento.

El caudal de diseño para líneas de aducción sin tanque de almacenamiento será calculado de acuerdo al factor para consumo máximo horario K2 (ver Sección 5.4.2)

5.9.2.2 Caudal de Diseño con Tanque de Almacenamiento antes de la Red.

El caudal de diseño para líneas de aducción con tanque de almacenamiento antes de la red de distribución será igual al caudal máximo diario K1 (ver Sección 5.4.2).

En los sistemas con planta potabilizadora, la aductora captación-planta se dimensionará afectando el caudal de diseño, con o sin tanque de almacenamiento, por 1.05 para atender el retrolavado de filtros, limpieza de sedimentadores, etc.

De acuerdo a la naturaleza y características de la fuente de abastecimiento, se distinguen dos clases de líneas de aducción: por gravedad y por bombeo.

5.9.3 Línea de aducción por gravedad

En el diseño de una línea de aducción por gravedad se dispone, para transportar el caudal requerido aguas abajo, de una carga potencial en su extremo superior, que puede utilizarse para vencer las pérdidas por fricción originadas en el conducto al producirse el flujo.

5.9.3.1 Conducto libre

Las aductoras en conducto libre se dimensionarán con la fórmula de Manning; considerando la sección interna real del ducto.

Se podrá utilizar canales de diferentes secciones (trapezoidal, circular, rectangular, etc) y materiales diversos (concreto, mampostería, roca, etc.), con una velocidad mínima de 0.50 m/s para evitar la sedimentación de la materia suspendida, y una velocidad máxima de diseño que evite la erosión de las paredes del ducto dependiendo del material de construcción del canal.

5.9.3.2 Conducto Forzado

Para las aductoras de conducto forzado se deberá utilizar tuberías de diferentes materiales de acuerdo a las Tablas 5.4.4.2 y 5.4.4.3 de acuerdo a las condiciones propias de cada proyecto (ver secciones 5.4.3, 5.4.4, 5.4.5 y 5.4.6).

Un conducto forzado deberá contar con la menor longitud de desarrollo que sea posible, un adecuado asentamiento de la tubería sobre el suelo a ser instalada, profundidad de relleno mínimo de 1.00 m y máximo 3.00 m. En su defecto se deberá construir las obras de protección necesarias. Se deberá garantizar la accesibilidad en todo momento adquiriendo los títulos de propiedad de las servidumbres de paso.

Se permitirá la instalación de tubería superficial o aérea siempre y cuando cumpla con certificaciones de normativas descritas en la Tabla 5.4.4.3, con su correspondiente estructura de soporte (anclajes superficiales al terreno). En estos casos las válvulas de control, estaciones reductoras de presión, purgadoras de lodo, etc, estarán protegidas mediante cajas de concreto,

mampostería de ladrillo de barro cocido o bloques de concreto reforzado con su correspondiente tapadera con seguro y llave.

Las aductoras gravitacionales a presión se dimensionarán considerando el diámetro interno real de la tubería y su coeficiente de rugosidad dependiendo del material de fabricación. Se utilizará la fórmula de Hazen Williams para el cálculo de pérdidas por fricción originadas en el conducto.

5.9.4 Línea de aducción por bombeo

En el diseño de una línea de aducción por bombeo se deberá hacer uso de una fuente externa de energía para impulsar el agua desde la toma hasta la altura requerida, venciendo la carga estática y las pérdidas por fricción en el conducto al trasladarse el flujo.

Las líneas aductoras por bombeo deberán cumplir con las secciones 5.9.2 y 5.3.2.

5.9.5 Red de distribución

El trazo se hará procurando, cuando el diseño urbanístico lo permita, obtener una red integrada por circuitos de tuberías principales y secundarias con presiones y velocidades de acuerdo a las secciones 5.4.3 y 5.4.5.

El diseño de las redes podrá hacerse utilizando el método de pérdida de carga por unidad de longitud en las líneas o redes de distribución de caudales utilizando la fórmula de Hazen Williams, pudiendo utilizar un método iterativo de cálculo que nos permita modelar las simulaciones hidráulicas para cada una de las condiciones establecidas en el presente reglamento.

La instalación de hidrantes de protección contra incendios no será de obligatorio cumplimiento, por tratarse de localidades pequeñas.

Las redes se diseñarán con base al caudal máximo horario de la población de diseño.

Los acueductos se ubicarán en planimetría al norte en las calles y al oriente en las avenidas, a 1.50 m del cordón proyectado en el rodaje y a una profundidad que permita un relleno sobre la corona del tubo de 1.00 m como mínimo y de 1.80 m como máximo, excepto en los casos que por la naturaleza de las obras sea necesario instalarlos a otras profundidades debiendo presentar alternativas de solución para su aprobación.

Cuando no se encuentren claramente definidas las vías de acceso como calles o avenidas; la tubería se ubicará a un costado de uno de los cordones proyectados en el rodaje de la vía, dejando registro en el plano de obra construida la posición de la misma.

Las tuberías de distribución subterráneas serán de hierro fundido dúctil o PVC, con juntas flexibles y diámetro de 50 mm (2 pulg) como mínimo. También podrá instalarse tuberías aéreas o superficiales en acero galvanizado. Todas las tuberías deberán cumplir con cualquiera de los estándares establecidos en las Tablas 5.4.4.2 y 5.4.4.3. La red contará con válvulas de compuerta que permitirán aislar tramos para reparación sin interrumpir el abastecimiento de otras áreas. Se permitirá, de acuerdo a justificación de los cálculos correspondientes, la instalación de ramales secundarios, que no forme parte de un circuito, en diámetros de 38 mm (1.50 pulg), 32 mm (1.25 pulg) y 25 mm (1.00 pulg.) como mínimo; y llevarán válvulas en su entronque a tuberías principales.

Las válvulas de compuerta de hierro fundido, vástago no levadizo, junta bridada, se instalarán en pozos de visita o cajas, según sea el caso, y serán accionadas mediante dado operador y llave

especial en “T”. Las válvulas deberán cumplir con uno de los estándares o certificaciones siguientes: AWWA C500, AWWA C509, AWWA C515

Las válvulas de control para diámetros iguales o menores a 38 mm (1.5 pulg.) deberán ser fabricadas tipo compuerta fabricadas en bronce y cumplir NSF 61, MSS-SP-80. La válvula deberá quedar resguardada en su correspondiente pozo de visita o caja, según sea el caso. En caso de ser ubicadas en pasajes peatonales se dejará resguardada en caja de protección con tapa y llave.

Los pozos de visita serán contruidos con mampostería de ladrillo de barro, con formación cónica, con fondo de material permeable y una base de diámetro 1.20 m, paredes repelladas, acceso con tapadera circular de 0.60 m de diámetro con tapadera de hierro fundido, llevará leyenda “Agua Potable”, con el nombre de la comunidad y el año de ejecución. Las tapaderas deberán contar con bisagra sujeta al contramarco de hierro fundido y llave anti hurto.

La red de distribución quedará instalada a un nivel superior al del alcantarillado sanitario con una separación mínima libre de 0.20 m.

Las intersecciones de acueductos sobre colectores de aguas lluvias tendrán una separación vertical mínima libre de 0.10 m.

Debido a que en los acueductos rurales existen tramos relativamente largos entre zonas pobladas, la tubería de distribución en esos tramos se comporta como tubería de aducción, por lo que se deberá aplicar lo correspondiente a la misma detallado en la sección 5.9.2.

5.9.5.1 Distribución por bombeo

Cuando por razones de topografía se requiera que el suministro a la red de distribución se realice mediante equipos de bombeo; se deberá especificar equipos montados en paralelo que dispongan en su diseño de variadores de frecuencia, en donde el suministro de caudal es directamente proporcional a la demanda existente, manteniendo la presión casi constante y regulando la velocidad de las bombas, por lo que el consumo de energía se reduce considerablemente. Los equipos de bombeo deberán estar certificados por el fabricante para ser operados mediante un control de variador de frecuencia.

5.9.6 Zanja y cobertura de protección

5.9.6.1 Características de la zanja

Los factores que influyen y determinan el ancho de excavación son: estabilidad del suelo, profundidad de instalación y diámetro de la tubería.

El ancho mínimo de la zanja debe ser suficiente para proveer el espacio adecuado para acoplar las tuberías dentro de la misma; así como para colocar y compactar el material de relleno lateral.

En general, la zanja deberá tener un ancho mínimo de 0.30 m más el diámetro exterior del tubo, pero no menor a 0.50 m para profundidades de excavación superiores a 0.90 m.

Las zanjas deben excavarse de manera que se asegure que las paredes permanezcan estables bajo cualquier condición de trabajo.

Debe abrirse únicamente la longitud de zanja que pueda mantenerse bajo condiciones seguras y estables. El relleno de la zanja debe realizarse luego de colocar la tubería tan pronto como los procedimientos de control de calidad lo permitan.

Dependiendo de la estabilidad del suelo y de la profundidad a la que deba colocarse la tubería, las zanjas podrán hacerse con las configuraciones transversales que aseguren mayor protección al personal.

El encamado se requiere principalmente para dejar el fondo de la zanja a nivel. El material debe colocarse para proveer un apoyo longitudinal uniforme y adecuado bajo la tubería. Por lo general, es suficiente una capa compactada de 0.10 m a 0.15 m. El material debe estar en concordancia con el sistema de clasificación unificado de suelos según ASTM D2487.

5.9.6.2 Relleno de la zanja para protección de tubería

El relleno inicial de la zanja, dejando las juntas descubiertas, debe realizarse luego de colocar la tubería. Tan pronto como el fraguado de anclajes y proceso de prueba hidrostática lo permita, se deberá continuar con el relleno final hasta el nivel de rasante de la vía o terreno, procurando que el material de relleno no tenga piedras grandes o escombros que dificulten la labor de compactación.

El relleno inicial debe alcanzar por lo menos de 15 a 30 cm sobre la corona del tubo, para protegerlo del impacto y la vibración durante el relleno final si se utiliza equipo mecánico.

El material de relleno debe colocarse en capas no mayores de 20 cm para lograr una compactación uniforme.

El material de relleno debe seleccionarse y colocarse con cuidado para no dañar la tubería. Se debe eliminar cualquier piedra, escombros o cualquier material con aristas vivas o filosas.

Tanto el material de relleno como el procedimiento de compactación deberán realizarse de acuerdo a las especificaciones emitidas por laboratorio de suelos certificado.

5.9.7 Anclajes

Los cambios de dirección en el trazado vertical y horizontal en las tuberías bajo presión, provocan esfuerzos adicionales que deben ser absorbidos por bloques de anclaje.

De ese modo, las curvas, tees, reducciones, válvulas, tapones y tramos de gran inclinación, deben anclarse por medio de bloques de concreto, para impedir su desplazamiento por la acción del empuje, lo cual podría ocasionar el desacople de las uniones con empaque de hule y la rotura de campanas a causa de esfuerzos flexionantes. Además, las válvulas deben apoyarse sobre bloques de concreto para que su peso no sea soportado por la tubería.

Es importante señalar que los anclajes deben colocarse siempre, aunque la tubería sea de campana con empaque de hule o cementada, ya que los esfuerzos se presentarán independientemente del tipo de tubería utilizada. La función del anclaje es trasladar al terreno esos esfuerzos, para evitar la falla de las tuberías y de los accesorios.

El peso y dimensiones del anclaje se determinarán con base al análisis estático del empuje dinámico, golpe de ariete y resistencia del suelo.

Los anclajes pueden ser de concreto simple o armado; en cambios de dirección vertical con empuje hacia arriba la tubería será anclada con abrazaderas metálicas empernadas desmontables.

5.10 Almacenamiento

5.10.1 Generalidades

Los depósitos para el almacenamiento en los sistemas de abastecimiento de agua, tienen como objetivos; suplir la cantidad necesaria para compensar las máximas demandas que se presenten

durante su vida útil, brindar presiones adecuadas en la red de distribución y disponer de reserva ante eventualidades e interrupciones en el suministro de agua.

5.10.2 Capacidad

El tanque o tanques de almacenamiento se diseñarán contemplando un volumen mínimo correspondiente al 50% de la demanda máxima diaria más los volúmenes adicionales descritos en las secciones 5.10.2.1 y 5.10.2.2.

5.10.2.1 Pérdida de agua en el sistema

Se estimará un volumen de reserva en concepto de pérdidas en la línea de aducción, distribución y/u obras de captación en la fuente, de un 20% del consumo medio diario; aunque se deberán tomar todas las medidas para evitar la ocurrencia de dichas pérdidas.

5.10.2.2 Consideración por reparaciones

Se establecerá una reserva adicional por reparaciones en el sistema aducción y distribución por un mínimo de 2 horas del volumen aducido/hora.

5.10.3 Localización

Los tanques de almacenamiento deberán estar estratégicamente localizados en zonas próximas al poblado en el punto topográfico que brinde presiones mínimas aceptables en el sitio hidráulicamente más remoto de la red de distribución y máximas en los puntos ubicados en los niveles más bajos del acueducto. Cuando no sea posible contar con una localización adecuada que garantice el suministro de agua con el caudal y presión dentro de los parámetros de este reglamento, se deberá realizar mediante equipos de bombeo de acuerdo a estipulado en la sección 5.9.5.1.

5.10.4 Clase y tipo de tanques

5.10.4.1 Clase de tanques

La clase de tanque estará de acuerdo a los materiales de construcción respaldados con su correspondiente memoria de cálculo estructural para la condición de trabajo específica y se clasifican en:

5.10.4.1.1 Mampostería

Podrán construirse de mampostería de piedra o mampostería de ladrillo de barro reforzado.

5.10.4.1.2 Concreto Armado

En donde el diseñador estructural, así lo considere conveniente para el almacenamiento del volumen de diseño, se deberá construir el tanque con concreto armado; teniendo las precauciones en zonas de permanente contacto de agua de mar, ríos y lagos; específicamente si requieren protección contra el ataque de sulfatos.

5.10.4.1.3 Acero

Cuando en la localidad el transporte, acarreo y/o accesibilidad de los materiales descritos en los casos anteriores sea de difícil disponibilidad; o para la distribución de agua por medio de tanque elevado se propone la construcción de tanques de acero.

5.10.4.2 Tipo de tanques

Los tipos de tanques recomendados por su función son los siguientes:

5.10.4.2.1 Tanque superficial

Cuando la topografía del terreno de las comunidades locales lo permita es la opción más recomendable. En el diseño se debe de considerar lo siguiente:

La entrada y salida del agua será por medio de tuberías independientes; éstas se ubicarán en los lados opuestos con la finalidad de permitir la circulación.

Si la condición de tratamiento de agua es desde la fuente, podría permitirse el paso directo por medio de un puente o by pass, de tal manera que permita mantener el servicio mientras se efectúa el lavado o reparación del tanque.

La tubería de rebose deberá conectarse a la tubería de limpieza, posterior a la válvula de compuerta, y éstas deberán descargar a un cabezal de descarga construido con mampostería de piedra o concreto reforzado para evitar la erosión del suelo.

Todas las tuberías, aéreas o enterradas, deberán cumplir con uno de los estándares descritos en las Tablas 5.4.4.2 y 5.4.4.3

Se instalarán válvulas de compuerta de Ho Fo, junta bridada, en todas las tuberías: entrada (cuando se trate de aducción por gravedad o cuando se cuente con más de un tanque), limpieza y salida, con excepción a la de rebose, la cual debe estar siempre libre. Las válvulas de compuerta serán indicadoras de posición con vástago ascendente con torre y tornillo externo que cumpla con una de las siguientes certificaciones: AWWA C500, AWWA C509, AWWA C515.

Se debe considera los demás accesorios como: escaleras de acceso exterior, respiraderos de acuerdo al volumen, indicador de nivel y acceso con tapadera.

Cuando se trate de llenado de tanque por medio de tubería aductora por gravedad se deberá instalar una válvula flotador fabricada en bronce sin plomo, presión máxima de trabajo 125 psi, conexión NPT.

En el caso de llenado por bombeo se llevará el registro del tiempo de operación de la bomba para el llenado del tanque.

Se recomienda que los tanques tengan una altura máxima de 3.0 m, con un borde libre de 0.50 m y deberán estar cubiertos con una losa de concreto. En casos especiales podrán construirse tanques superficiales de acero, lo que deberá justificarse.

5.10.4.2.2 Tanque elevado

En el diseño de tanques elevados, que por lo general se diseñan y construyen en acero, debe de considerarse lo siguiente:

Se construirán en donde, por la topografía del terreno aledaño al poblado, no sea posible lograr las presiones mínimas requeridas en el punto hidráulicamente más remoto.

Podrán ser diseñados para dar servicio total o parcialmente a zonas en las que las presiones mínimas no sean alcanzadas.

En ciertos casos se podrá emplear la misma tubería de entrada y salida del agua, pero la condición final de operación dependerá del diseño.

La tubería de entrada deberá contar con una válvula flotador de cierre, pero se deberá dejar provista una tubería de rebose que descargue a una plancha de concreto para evitar la erosión del suelo.

Se instalarán válvulas de compuerta en todas las tuberías a excepción de la tubería de rebose; y la especificación de la misma dependerá de la ubicación. Válvulas superficiales deberán especificarse de compuerta fabricadas en Ho Fo, serán indicadoras de posición con vástago ascendente con torre y tornillo externo que cumpla con una de las siguientes certificaciones: AWWA C500, AWWA C509, AWWA C515. Para válvulas aéreas se especificarán válvulas de compuerta fabricadas en bronce y cumplir NSF 61, MSS-SP-80.

Todas las tuberías, aéreas o enterradas, deberán cumplir con uno de los estándares descritos en las Tablas 5.4.4.2 y 5.4.4.3

Deberá considerarse los demás accesorios como: escaleras exteriores de ascenso con protección adecuada, dispositivos de ventilación, acceso con su tapadera, indicador de nivel y en casos especiales luz roja para prevenir accidentes aéreos nocturnos.

5.10.4.2.3 Tipo cisterna

Este tipo de almacenamiento es el menos utilizado y recomendable ya que por lo general requiere de un elemento mecánico para la extracción del agua que se encuentre en concordancia con la sección 5.9.5.1.

Es recomendado para pequeñas comunidades rurales en donde se carece de aguas superficiales o subterráneas, por lo tanto el agua lluvia es la fuente disponible de abastecimiento local.

El agua lluvia que escurre en los sistemas de techos se conduce a través de canales y ductos de bajantes a las cisternas de almacenamiento, pasando previamente por sistemas de filtros percoladores.

La cisterna o cisternas, pueden ser construidas de mampostería u hormigón armado, con losa de concreto armado sobre la cual se instalará la bomba para la extracción y/o distribución

5.11 Tratamiento y desinfección

5.11.1 Generalidades

El agua a suministrar debe cumplir con la NSO de agua potable vigente, en caso contrario deberá ser sometida a un tratamiento de acuerdo al control de los parámetros que se encuentren fuera de norma, en todos los casos se deberá instalar al final del tratamiento un sistema de desinfección que tenga un efecto residual en el agua y la proteja de contaminaciones en su conducción y almacenaje temporal en las viviendas.

5.11.2 Tratamiento de agua para la potabilización

Los sistemas de tratamiento de agua debe responder al control de los parámetros fuera de norma, por lo que las plantas deben ser diseñadas por ingenieros sanitarios con experiencia comprobada en el tratamientos de agua para consumo humano.

5.11.3 Desinfección del agua

La desinfección se realizará de acuerdo a los parámetros recomendados y establecidos en la Norma Salvadoreña Obligatoria en su última versión. Se aplicará cloración para obtener una concentración residual con un límite máximo permisible de 1.1 mg/l (en la primera vivienda más próxima al punto de inyección al sistema de abastecimiento de agua); y un mínimo de 0.3 mg/l (en el punto más alejado del sistema de distribución) para condiciones en las que no hayan brotes de enfermedades por consumo de agua contaminada.

En ocasiones en que amenacen o prevalezcan brotes de enfermedades de origen hídrico el residual de cloro debe mantenerse un límite máximo permisible de 1,5 mg/l y un límite mínimo

permisible de 0,6 mg/l en todas las partes del sistema de distribución, haciendo caso omiso de los olores y sabores en el agua de consumo. Deben tomarse medidas similares en los casos de interrupciones o bajas en la eficiencia de los tratamientos para potabilizar el agua.

Para la consecución de la desinfección se podrá utilizar cloro fluido, líquido-gas, envasado a presión en cilindros normalizados de acero con una extracción máxima de 1/5 de su peso al día. Se requiere de personal entrenado para el manejo de este tipo de desinfección.

Se podrá utilizar hipoclorito de calcio, con 70% de cloro, siendo esta la opción más recomendable en comunidades en donde no existan regulaciones de obligatorio cumplimiento en el manejo de los cilindros del cloro gaseoso envasado a presión; dada su peligrosidad potencial.

La aplicación de soluciones de cloro deberá realizarse en puntos del sistema de caudal casi constante, para lo cual se podrá realizar por gravedad mediante dispositivos de carga contante, conocidos como hipocloradores ubicados en tanques de almacenamiento o podrá utilizarse bombas especiales para suministro a la red con una presión mayor a la presión de la tubería.

El tanque de solución de los sistemas de bombeo de solución de cloro deberá contar con un mezclador el cual puede ser eléctrico o manual garantizando que la solución al prepararse se logre una mezcla completa homogénea y que alcance la concentración de la solución madre de diseño para la lograr la dosificación bajo norma.

La estación de cloración debe estar en local aislado seco, fresco, con luz natural, ventilación continua, puertas y ventanas con giro hacia afuera, reactivo y equipo de laboratorio, báscula, máscara antigás, etc.

Al diseñar la estación se debe considerar que el cloro fluido es más pesado que el aire y/o agua, corrosivo, irritante bronquial, peligros de respirar y letal a concentraciones mayores a 40 mg/l y que el hipoclorito de calcio, aunque estable, es oxidante enérgico y puede causar incendio o explosión al reaccionar con otras sustancias.

5.11.4 Limpieza y desinfección

5.11.4.1 Generalidades

Las instalaciones de agua potable, nuevas o reparadas, tuberías y tanques de almacenamiento, deben ser purgadas de materias perjudiciales y desinfectadas antes de usarse. El método a utilizarse deberá estar en concordancia con los procedimientos descritos en AWWA C651 ó AWWA C652, o de acuerdo a la descripción en esta sección.

5.11.4.2 Procedimiento

- a) El sistema de tuberías deberá ser enjuagado con agua limpia, hasta que el agua sucia desaparezca de las bocas de salida.
- b) El sistema o parte del sistema debe ser llenado con una solución de agua/cloro que contenga por lo menos 50 mg/l de cloro, y el sistema o parte del mismo, debe ser sellado y debe permanecer con la solución 24 horas; o el sistema o parte del mismo, debe ser llenado con una solución de agua/cloro que contenga por lo menos 200 mg/l de cloro y debe permanecer así durante 3 horas.
- c) Siguiendo el período de espera requerido, el sistema debe ser enjuagado con agua potable limpia hasta que el cloro sea purgado del sistema.
- d) El procedimiento debe ser repetido donde se demuestre por un examen bacteriológico que la contaminación continua presente en el sistema.

6 PROCEDIMIENTO DE EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD

6.1 Disposiciones generales

6.1.1 Autoridad competente

El Ministerio de Salud, en lo sucesivo MINSAL, es la autoridad competente de otorgar la factibilidad y autorización de los sistemas de abastecimiento de agua en el ámbito de aplicación de este reglamento.

Las instituciones sectoriales en materia de agua y saneamiento, colaborarán con el MINSAL, solicitando a los titulares de obras o proyectos, cuando proceda, la factibilidad para la construcción de sistemas de abastecimiento de agua, como trámite previo en los procesos de autorización de acuerdo a sus competencias legales.

El establecimiento de salud local del área geográfica de influencia solicitará apoyo técnico al Coordinador de Salud Ambiental del Sistema Básico de Salud Integral (SIBASI), Región y/o Dirección de Salud Ambiental, cuando sea necesario debido a la complejidad del caso, para otorgar la factibilidad.

El MINSAL podrá firmar convenios de cooperación con instituciones del gobierno local o central que cuente con departamentos de ingeniería, para que estos puedan revisar los diseños de acuerdo a lo que se establece en este reglamento y autorizar los sistemas de abastecimiento de agua que sean ejecutados por las mismas entidades o por terceros que realizan tramites de autorizaciones de proyectos de construcción en dichas entidades.

6.2 Inspecciones de instalaciones de acueductos

Las inspecciones de las instalaciones de los acueductos deberán ser verificadas por el funcionario nombrado por la entidad contratante o por un equipo multidisciplinario de profesionales de la ingeniería con especialidad en instalaciones hidráulicas y sanitarias, geotécnicas, estructurales, eléctricas, mecánicas y cualquier otra que el proyecto demande; quien deberá ser reconocido como la autoridad competente.

La autoridad competente debe ser nombrada por la institución contratante a cargo del desarrollo del proyecto y tendrá las siguientes responsabilidades:

- Autoridad para emitir interpretaciones de este reglamento y para adoptar políticas y procedimientos a fin de clarificar la aplicación de sus disposiciones. Tales interpretaciones, políticas y procedimientos deben estar en cumplimiento con la intención y propósito de este reglamento. Tales políticas y procedimientos no deben tener el efecto de dejar de lado requisitos específicamente aquí estipulados.
- Deberá revisar los documentos contractuales del proyecto, recibir solicitudes, emitir la orden de inicio, estudiar y autorizar modificaciones de las instalaciones hidráulicas de acuerdo a las disposiciones de esta normativa.
- Deberá revisar los materiales, calificación del personal ejecutor, método de instalación y equipo a utilizar. Deberá revisar la idoneidad del material de acuerdo a lo prescrito en esta normativa.
- Deberá llevar a cabo todas las inspecciones requeridas, recibir todas las solicitudes de inspección. Todas las solicitudes de inspección deberán hacerse por escrito y realizadas por el profesional a cargo del proyecto, quien deberá ser un profesional de la ingeniería civil con especialidad en instalaciones hidráulicas y sanitarias.

- Deberá llevar registros oficiales de las solicitudes recibidas, permisos y certificados de calidad de los ensayos realizados.
- Deberá inspeccionar los ensayos realizados a las tuberías y métodos de protección de la misma, los cuales deben ser tal como se especifica en esta normativa.

6.2.1 Procedimiento para inspecciones y ensayos

El responsable del proyecto presentará una solicitud de recepción ante la Institución contratante con atención a la autoridad competente. Dicha solicitud podrá ser por la totalidad del proyecto o por tramos parciales.

La solicitud deberá ser firmada por el profesional a cargo del proyecto y presentarse por triplicado, y en ella deberá indicar:

- a) Nombre y ubicación de la entidad contratante.
- b) Nombre y ubicación del proyecto.
- c) Número de contrato o referencia del proyecto.
- d) Clase de instalación a recibir. (acueducto)
- e) Ubicación específica dentro del proyecto de las instalaciones que serán sometidas a prueba hidrostática.
- f) Longitud(es) de tubería(s).
- g) Material y diámetro (s) de la(s) tubería(s)
- h) Cantidad y diámetro de las acometidas domiciliarias y detalle de los lotes a los cuales servirán.
- i) Cantidad y diámetro de las acometidas para cantareras.
- j) Se deberá especificar cualquier otro elemento de instalación (válvulas (tipo), hidrantes, pozos de visita, cajas de rebalse, etc.)
- k) Declaración que todas las obras a recibirse han sido construidas de acuerdo a las presentes normativas.

A la solicitud se deberá anexar el esquema de instalación de la tubería identificando tipo y clase de accesorio instalado, válvulas, tapón final, etc, con el correspondiente amarre a puntos conocidos como postes, inmuebles y cualquier otra infraestructura de carácter permanente. Todas las acometidas domiciliarias deberán amarrarse al lindero más cercano y dejar una marca visible en cruz (+) que identifique su posición.

Antes de solicitar la recepción de un acueducto, el profesional a cargo del proyecto deberá realizar pruebas preliminares con el objeto de detectar y corregir las posibles fallas del mismo. Esto hará una recepción de campo más expedita y efectiva.

Al momento de efectuar la inspección de las obras de acueducto, las instalaciones deberán estar llenas de agua; y practicar tanto a la tubería de distribución como a las acometidas domiciliarias y válvulas, una presión igual a la presión de trabajo de la tubería a entregar, pero en ningún caso deberá ser inferior a 10.5 kg/cm² (150 PSI), la cual deberá mantenerse por un período no menor a una hora. Las juntas de la tubería, accesorios y conexiones a acometidas domiciliarias deberán

quedar visibles; la altura de relleno por encima de la tubería de distribución no será menor de 0.30 m, con el objeto de darle protección y soporte al momento de la prueba de presión.

Para el caso de tanques o reservorios de almacenamiento, la prueba de estanqueidad se realizará mediante la estructura llena y por un período no menor de 24 horas, tiempo durante el cual se revisará si no existen fisuras que permitan filtraciones en los mismos. En el caso de existir filtraciones se deberá vaciar la estructura completamente mientras se hacen las reparaciones y luego se realizará nuevamente la prueba de estanqueidad por el tiempo establecido.

Del resultado de la inspección de la obra se dejará constancia escrita, ya sea de la recepción de las instalaciones o del rechazo de la misma, dejando constancia de las anomalías o deficiencias encontradas, para su posterior corrección. La constancia será firmada por la autoridad competente a cargo de la inspección y del ingeniero responsable de la obra.

La autoridad competente se reserva el derecho de inspeccionar las obras en el momento que lo juzgue conveniente.

Todo cambio que altere, sustancialmente, la obra, requerirá de autorización por parte de la Institución contratante. (Ejemplo: Cambio de diámetros, materiales y ubicación (ruta) de la tubería, incremento sustancial de lotes y cualquier otra actividad que no se encuentre estipulada en los planos constructivos)

Para la recepción final, toda la tubería deberá estar desinfectada y haber realizado la prueba de puesta en marcha en la condición real de operación y verificar que no existan problemas en su función y operación.

6.3 Procedimiento para la factibilidad

6.3.1 Solicitud de factibilidad

La solicitud de factibilidad para la construcción o ampliación de sistemas de abastecimiento de agua en el ámbito de aplicación de este reglamento se tramitará ante el MINSAL o con la institución gubernamental que se establezca convenio de cooperación técnica, quien extenderá el permiso a través de la oficina local del área geográfica de influencia.

6.3.2 Trámite de la solicitud de factibilidad

El trámite de la solicitud de factibilidad se realizará de acuerdo al procedimiento siguiente:

- La persona natural o jurídica interesada deberá solicitar la hoja de requisitos para la pre-factibilidad en el establecimiento de salud correspondiente.
- El establecimiento de salud correspondiente entregará la hoja de requisitos y el mandamiento de pago al solicitante, según proceda de acuerdo al Fondo de Actividades Especiales del Ministerio de Salud, que deberá efectuarse en la ventanilla de colecturía.
- El establecimiento de salud tendrá un máximo de cinco días hábiles para la revisión de la solicitud de pre-factibilidad, emitiendo su opinión razonada, la cual indicará al solicitante lo establecido para recibir solicitudes para la factibilidad del proyecto (carpeta técnica de acuerdo a lo establecido en la sección 6.4). No se deberá dar inicio a la carpeta técnica hasta contar con una pre-factibilidad de aprobación. La pre-factibilidad no otorgará permiso de construcción del acueducto.

- Una vez cancelado el mandamiento de pago para la factibilidad y elaborada la solicitud con la información y documentación requerida contenida en la sección 6.4, el solicitante la presentará en la secretaría del establecimiento de salud correspondiente.
- Presentada la solicitud de factibilidad, la secretaría tendrá un plazo máximo de ocho días hábiles para revisarla y emitir acuse de recibo. En caso de estar incompleta, se devolverá al solicitante para subsanar.
- La persona encargada de secretaría entregará las solicitudes al director del establecimiento de salud y, previo al auto de recepción correspondiente, éste derivará la solicitud al delegado técnico de salud.

6.3.3 Evaluación para otorgamiento de factibilidad

- El delegado técnico de salud programará las visitas de inspección que sean necesarias para verificar la información presentada en la solicitud de factibilidad, apoyándose en una lista de chequeo para la inspección.
- Con base en la revisión técnica de la carpeta de diseño, la cual deberá cumplir con los requisitos mínimos establecidos en la sección 6.4, el delegado técnico de salud elaborará un informe favorable o no favorable de cada solicitud y lo presentará al director del establecimiento de salud correspondiente de acuerdo al formato establecido en el. En el caso de no ser favorable se deberá argumentar la razón y los mecanismos para solventarlo.
- El delegado técnico de salud emitirá el informe favorable o no favorable sobre la solicitud de factibilidad a más tardar en un plazo máximo de treinta días hábiles, excepto en casos de fuerza mayor o caso fortuito.
- Las solicitudes presentadas junto con la documentación tendrán vigencia de un año, en caso de sobrepasar este período tendrán que revalidarse, según proceda. El ente rector o coordinador establecerá si requiere de nuevos estudios en el caso de detectar variantes en el terreno que no fueron consideradas en la otorgación de la factibilidad que se requiere revalidar.
- Se excluyen los proyectos de interés social o de cooperación. Las solicitudes serán revisadas por las instituciones que corresponda la coordinación de la cooperación (ANDA, FISDL, y cualquier otra con la cual el ente rector establezca convenios de cooperación de acuerdo a lo establecido en la sección 6.1.1)

6.3.4 Resolución sobre factibilidad de construcción del sistema de abastecimiento

El director del establecimiento de salud podrá resolver en tres sentidos:

Aprobando la factibilidad: en caso de ser favorable el informe, extenderá constancia de factibilidad.

Observando la solicitud: cuando se requiera subsanar o rectificar alguna información, en este caso se dará un plazo de 15 días hábiles al solicitante.

Denegando la factibilidad: por incumplimiento de los requisitos técnicos establecidos en este reglamento y con base en el informe no favorable se denegará la factibilidad.

Cuando sea entregada la constancia de factibilidad, el solicitante deberá informar al establecimiento de salud, por lo menos con quince días de anticipación la fecha de inicio de la instalación, anexando la factibilidad y el formato de inicio de obras.

Inspección durante la construcción del sistema

- El delegado técnico de salud, hará una programación de visitas de supervisión al proyecto, compuesta al menos por 3 visitas, o las que fueren necesarias de acuerdo a la magnitud de las obras. Estas visitas se realizarán al inicio, en la etapa intermedia y al final. La etapa intermedia deberá contener lo establecido en la sección 6.2.1.
- Con base en la visitas de supervisión, el delegado técnico de salud emitirá un informe escrito dirigido al director del establecimiento de salud. Las observaciones de cada visita se deben anotar en el formulario de supervisión, de acuerdo a la sección 6.2.1.
- Cuando en las diferentes etapas de construcción el inspector técnico de saneamiento o promotor requiera apoyo técnico, lo solicitará al Coordinador del SIBASI, región respectiva y/o Dirección de Salud Ambiental.
- En caso de incumplimiento al presente reglamento durante la fase de construcción del sistema de abastecimiento, el delegado técnico de salud, indicará al solicitante los problemas identificados y recomendará las medidas correctivas para garantizar el buen funcionamiento del sistema de abastecimiento.
- Una vez superadas las deficiencias encontradas y concluidas la ejecución, el director del establecimiento de salud correspondiente recibirá el proyecto, previo informe favorable emitido por el delegado técnico de salud.
- Verificada la información y el cumplimiento de los criterios técnicos establecidos en este reglamento, el director de la unidad de salud extenderá la autorización para la puesta en marcha del sistema de abastecimiento.

6.4 Presentación del proyecto

6.4.1 Memoria técnica

Todo proyecto de acueducto rural abastecido mediante fuentes superficiales o subterráneas, deberá satisfacer del presente reglamento. La presentación será integrada a través de una memoria técnica del proyecto compuesta de una memoria descriptiva, una memoria de cálculo hidráulico, memoria de cálculos estructurales, memoria de cálculo eléctrico y su proyección en sus correspondientes planos.

Todas las memorias descriptivas, de cálculo, especificaciones técnicas y planos deberán estar firmadas y selladas por el especialista correspondiente en la rama de la ingeniería que aplique.

6.4.2 Memoria descriptiva

Es la parte del proyecto que nos informa sobre los antecedentes, descripción del problema existente, la utilidad del proyecto, aspectos que se han tenido en cuenta para elegir una solución sobre otras opciones, descripción de la solución definitiva, el funcionamiento, sus componentes y ventajas en el uso de un material sobre otras alternativas. La memoria descriptiva deberá contener lo siguiente:

- a) Descripción y antecedentes del proyecto.
- b) Información básica del lugar:
 - i. Ubicación geográfica y política, clima y condiciones geológicas.
 - ii. Topografía que incluya planimetría y altimetría.

- iii. Magnitud, estructura, distribución y dinámica poblacional, según muestreos o censos.
- iv. Características de las viviendas, información catastral y socioeconómica de la población.
- v. Infraestructura de servicios públicos: electricidad, vías de acceso, recolección y disposición final de basuras, excretas, salud, comunicaciones y aguas lluvias.
- c) Sistema existente de abastecimiento de agua para consumo humano.
- d) Disposición de excretas y aguas residuales de tipo ordinario y especial.
- e) Análisis de alternativas.
 - i. Análisis comparativo de las alternativas posibles de solución del problema afrontado considerando simultáneamente los factores técnicos, económicos, financieros, ecológicos y sociales; con el propósito de definir la solución apropiada y factible.
- f) Descripción del proyecto a realizar.
 - i. Resumen general de la obra proyectada, descripción detallada de obras, incluyendo especificaciones de materiales y equipos, de todos los elementos y unidades componentes del sistema de abastecimiento de agua propuesto de acuerdo a la presente normativa.
- g) Investigación hidrogeológica.

Para proyectos abastecidos mediante pozos profundos y estaciones de bombeo, su diseño preliminar será determinado como resultado del correspondiente estudio hidrogeológico específico. En la ubicación no sólo se considerará las mejores condiciones hidrogeológicas del acuífero sino también el suficiente distanciamiento que debe existir con relación a otros pozos vecinos existentes y/o proyectados para evitar problemas de interferencias.

El contenido del estudio será como mínimo el siguiente:

- i. Hidrogeología: Cuenca hidrográfica, clima, reservas forestales y clasificación agrológica de acuerdo al Ministerio de Agricultura y Ganadería, MAG, temperatura, precipitación, evaporación, escorrentía, infiltración, aprovechamiento superficial, inventario de manantiales, calificación del lugar de acuerdo al Vice ministerio de Vivienda y Desarrollo Urbano, VMVDU.
- ii. Geología: Geología superficial, geomorfología histórica, perfiles geológicos de pozos.
- iii. Balance hidrológico del acuífero y de la cuenca.
- iv. Estimación del caudal producción del pozo y capacidad de recuperación del acuífero.
- v. Aguas subterráneas: Inventario de pozos; profundidad, curvas isofreáticas, caudales explotados y capacidad específica de los pozos.
- vi. Calidad de aguas superficiales y subterráneas.
- vii. Riesgos de contaminación.

- viii. Pozo profundo a perforar de acuerdo a los parámetros señalados en la Norma Técnica de ANDA para la perforación de pozos profundos.
- ix. Durante las pruebas de ensayo de los caudales de producción del pozo se deberá determinar el abatimiento del pozo así como también la conductividad hidráulica del sub suelo.
- h) Establecimiento de los perímetros de protección de la fuente, cualquiera que sea su tipo (superficial o subterránea) de acuerdo a la sección 5.8
- i) El requisito del estudio hidrogeológico para manantiales o cualquier otro tipo de fuente que no sea de pozo profundo dependerá de la categorización del proyecto de acuerdo al MARN.

6.4.3 Memoria de cálculos hidráulicos

Se deberá anexar la memoria de cálculos hidráulicos la cual deberá estar sustentada en los parámetros contenidos en la presente normativa.

6.4.3.1 Memoria de cálculo estructural

Toda obra civil como tanques o cisternas de almacenamiento, muros de protección, planta potabilizadora, obras de paso, conformación de taludes, etc, deberán estar respaldados de su correspondiente memoria de cálculo estructural.

En los casos de tanques, cisternas de almacenamiento y obras de arte, podrán aceptarse los planos tipos que utiliza ANDA, FISDL o los que el ente rector del presente reglamento autorice.

6.4.3.2 Memoria de cálculo eléctrico

Las sub-estaciones y tendido eléctrico de suministro de energía a equipos de bombeo, caseta de control, hipocloradores, etc, deberá estar respaldadas de su correspondiente memoria de cálculo eléctrico, planos y especificaciones.

6.4.3.3 Planos

Se deberá presentar el archivo digital y tres juegos de planos impresos (Contratante, Contratista y Supervisión) de la proyección del diseño resultante que muestre cada uno de los componentes del sistema. Los planos deberán contener los siguientes detalles:

- Norte magnético, curvas de nivel y elevación geodésica (bancos de marca georeferenciados)
- Ubicación, límites y colindantes del terreno.
- Ubicación de ríos, quebradas, etc, y obras de arte de paso.
- Ángulos de alineamiento de tuberías. Ubicación y detalles de anclajes.
- Longitud, diámetro, material y clase de tuberías; caudales, velocidades y dirección de flujo.
- En el caso de ampliaciones se deberá identificar la infraestructura hidráulica existente.
- Ubicación de válvulas, hidrantes y accesorios.
- Ubicación del terreno en donde se encuentre: la fuente de abastecimiento, casetas de control, equipos de bombeo y tanques de almacenamiento; terrenos que deberán estar debidamente inscritos en el CNR a nombre del administrador del acueducto o la municipalidad responsable.

- Distribución de lotes identificando el número o nombre del propietario de acuerdo al censo específico del lugar, nombres de calles o vías de acceso vehicular y peatonal.
- Identificación de terrenos para servidumbres, respaldada con su descripción técnica debidamente notariada.
- Ubicación de cajas y pozos de visita.
- Caudal y velocidad de diseño.
- Niveles de terrazas.
- Detalles ampliados de conexiones a la red, conexiones domiciliarias, cantareras, estaciones de bombeo, planta potabilizadora, obras de captación, tanques de almacenamiento, pozos de visita, estructuras de paso y cualquier otro detalle requerido para la clara comprensión del diseño; todas a una escala apropiada que permita su identificación y con un llamado de referencia a los planos en planta general. En donde la proyección en planta de una instalación no quede debidamente representada y comprensible, se deberá anexar diagramas en isométrico para una mejor comprensión de los trabajos a realizar.
- Todos los detalles deberán estar debidamente identificados y deberán estar referenciados en cada una de las hojas en donde apliquen.
- Cuando el proyecto no es posible representarlo en su totalidad en una sola hoja, se deberán establecer las conexiones correspondientes a las hojas antecedentes y subsecuentes.
- Cuadro de simbología que contenga símbolos usuales convencionales que permita identificar los componentes en los planos en planta general.
- Plano de perfiles por donde se proyecta la instalación de la tubería, con sus correspondientes estacionamientos y escala altimétrica. Proyección de la línea piezométrica de la tubería, proyección de válvulas admisoras y liberadoras de aire, proyección de válvulas purgadoras de lodo, ubicación de tanque(s) de almacenamiento, equipos de bombeo y cualquier otro detalle de interés para el proyecto.
- Los planos eléctricos y mecánicos deberán contener los planos del sistema eléctrico en media y baja tensión; incluyendo diagramas unifilares, red de tierra, sistemas de protección y alarmas, esquematización de los tableros de fuerza y control, detalles de quipos conectados y características eléctricas, cuadros de carga, tomas eléctricos, sistema de iluminación y los sistemas de control del sistema de bombeo.

7 NORMAS INTERNACIONALES DE REFERENCIA

Esta sección enumera las normas citadas en las diferentes secciones componentes de este documento. Las normas están ordenadas en orden alfabético y de acuerdo a la agencia o entidad que la promulga, la identificación de la norma, la fecha de vigencia y título; y deben ser consideradas como parte de los requisitos de esta normativa para el alcance prescrito de cada una de las referencias.

Cualquier requisito necesario para la resistencia, estabilidad o funcionamiento correcto de una instalación hidráulica existente o propuesta, o para la salud, seguridad y bienestar público, que no se encuentre cubierto específicamente en esta normativa debe ser determinado por la autoridad competente.

Lista de normas internacionales citadas

NORMA CITADA Y No DE REFERENCIA	Título
ANSI	American National Standards Institute (Instituto Nacional de Estándares Americanos)
ANSI B16.1-2010	Cast Iron Pipe Flanges and Flanged Fittings (Bridas para Tuberías de Hierro Fundido y Accesorios Bridados)
ASME	American Society of Mechanical Engineers (Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos)
ASME A 112.18.1-2011	Plumbing Supply Fixture Fittings (Accesorios de suministro de artefactos)
ASME B36.10M-2015	Welded and Seamless Wrought Steel Pipe (Estandar para Tuberías de Acero Forjado Soldado y sin Costuras)
ASSE	American Society of Sanitary Engineering (Sociedad Americana de Ingenieros Sanitarios)
ASSE 1003-2009	Performance Requirements for Water Pressure Reducing Valves (Requisitos de Rendimiento para Válvulas Reductoras de Presión)
ASTM	American Society for Testing and Materials (Sociedad Americana para Pruebas y Materiales)
ASTM A 53-2006	Specification for Pipe, Steel, Black and Hot-dipped, Zinc-coated Welded and Seamless. (Especificación para Tubería, en Acero, Negro, Galvanizado en Caliente, Soldado y sin Costuras)
ASTM B 88-2003	Specification for Seamless Copper Water Tube (Especificación para Tubería Hidráulica de Cobre y sin Costura)
ASTM D 2241-2005	Specification for Poly (Vynil Chloride) (PVC) Pressure-Rated Pipe (SDR – Series) (Especificaciones para Tubería Clasificada a Presión de Poli (Cloruro de Vinilo) (PVC) (Serie SDR))
ASTM D 2466-2006	Specification for Poly (Vynil Chloride) (PVC) Plastic Pipe Fittings, Schedule 40 (Especificaciones para accesorios para Tubería de Plástico de Poli (Cloruro de Vinilo) (PVC) Cédula 40)
ASTM D 2487-2011	Standard Practice for Classification of Soils for Engineering Purposes (Práctica Estándar para la Clasificación de Suelos para Propósitos de Ingeniería)
ASTM D 2564-2012	Standard Specification for Solvent Cements for Poly(Vinyl Chloride) (PVC)

NORMA CITADA Y No DE REFERENCIA	Título
	Plastic Piping Systems
	Especificación Estándar para Cementos Solventes de Poli (cloruro de vinilo) (PVC) Sistemas de Tuberías de Plástico.
ASTM D 3139-2011	Standard Specification for Joint for Plastic Pressure Pipes Using Flexible Elastomeric Seals
	Especificación Estandar para Juntas para Tuberías Plásticas que trabajan a Presión mediante el Uso de Sello Flexible Elastomérico.
ASTM F 477-2002	Standard Specification for Elastomeric Seals (Gaskets) for Joining Plastic Pipe
	Especificación Estandar para Sello Elastomérico (Empaque) para Juntas de Tuberías Plásticas.
AWWA	American Water Works Association
	(Asociación Americana de Abastecimiento de Agua)
AWWA C-104-2013	Standard for Cement-mortar Lining for Ductile-iron Pipe and Fittings for Water.
	(Estándares para Revestimiento de Mortero-Cemento para Tuberías de Hierro dúctil y Accesorios para Agua)
AWWA C-105-2010	Polyethylene Encasement for Ductile-Iron Pipe Systems
	(Sistema de Tubería Dúctil con Revestimiento de Polietileno)
AWWA C-110-A21.10-2012	Standard for Ductile-iron and Gray-Iron Fittings, 3 Inches Throught 48 Inches for Water
	(Estándares para Accesorios de Hierro dúctil y Hierro Gris desde 3 pulgadas hasta 48 pulgadas para Agua)
AWWA C111-2012	Standard for Rubber-Gasket Joints for Ductile-Iron Pressure Pipe and Fittings
	(Normas para Juntas con Empaque Elastomérico para Tubería a Presión de Hierro Dúctil y Accesorios)
AWWA C115-A21.15-1999	Standard for Flanged Ductile-Iron Pipe with Ductile-Iron or Gray-iron Threaded Flanges
	(Normas para Tubería Bridada de Hierro Dúctil con Bridas Roscadas de Hierro Dúctil o Hierro Gris)
AWWA C150-2008	Thickness Design of Ductile- Iron Pipe
	(Diseño de Espesores para Tubos de Hierro Fundido Dúctil)
AWWA C151-2009	Ductile-Iron Pipe, Centrifugally Cast
	(Tubo de Hierro Fundido Dúctil Colado por Centrifugación para Agua)
AWWA C200-2012	Steel Water Pipe 6 Inch (150mm) and Larger
	Estandar para Tubería de Acero para Agua 6 Pulgadas (150mm) y Superiores
AWWA C203-2008	Coal-Tar Protective Coatings and Linings for Steel Water Pipelines Enamel And Tape-Hot Applied
	(Recubrimientos y revestimientos protectores de alquitrán para líneas de tubería de acero para agua; Aplicación de esmalte en caliente)
AWWA C206-2011	Field Welding of Steel Water Pipe
	(Soldadura de Montaje en Campo a Tuberías de Acero para Agua)
AWWA C207-2013	Steel Pipe Flanges for Waterworks Service-Sizes 4 Inch Through 144 Inch (100 mm Through 3,600mm)
	(Bridas para Tuberías de Acero para el Servicio de Obras Hidráulicas de 4 Pulgadas a 144 Pulgadas (100 mm a 3,600 mm))
AWWA C208-2013	Dimensions for Fabricated Steel Water Pipe Fittings
	(Dimensiones de Accesorios para Agua Fabricados en Acero)

NORMA CITADA Y No DE REFERENCIA	Título
AWWA C500-2009	Metal-Seated Gate Valves for Water Supply Service (Estandar para Válvulas de Compuerta para el Servicio de Suministro de Agua, Hierro Montadas en Bronce)
AWWA C508-2009	Swing-Check Valves for Waterworks Service 2 Inch Through 24 Inch (50 mm hasta 600 mm) NPS (Nominal Pipeline Size) (Estandar para Válvulas de Retención del Tipo Columpio para el Servicio de Abastecimiento en diámetros 2 Pulgadas hasta 24 Pulgadas (50 mm hasta 24 mm) Dimensión de Tubería Nominal)
AWWA C509-2009	Resilient-Seated Gate Valves for Water Supply Service (Estandar para Válvulas de Compuerta para Servicio de Suministro de Agua, con Cuerpo de Hierro, Montadas en Bronce y Sello Fabricado en Material Resiliente)
AWWA C512-2004	Standard for Air-Release, Air/Vacuum, and Combination Air Valves for Waterworks Service Estandar para Válvulas para el Servicio de Agua; Admisoras y Liberadoras de Aire y Válvulas Combinadas.
AWWA C515-2009	Reduced-Wall. Resilient-Seated Gate Valves for Water Supply Service Estandar para Válvulas de Compuerta para Servicio de Suministro de Agua, con Cuerpo de Hierro de Pared Reducida y Sello con Material Resiliente.
AWWA C600-2010	Installation of Ductile Iron Water Mains and Their Appurtenances (Norma para la Instalación de Tuberías Principales para Agua de Hierro Fundido Dúctil y sus Accesorios)
AWWA C651-2014	Disinfection Water Mains Norma para la Desinfección de tuberías de Agua
AWWA C652-2011	Disinfection of Water Storage Facilities Desinfección de instalaciones de almacenamiento de agua
AWWA C704-2008	Propeller-Type Meters for Waterworks Applications (Norma para Medidores Tipo Hélice o Propela para aplicaciones en Abastecimiento de Agua)
AWWA C708-2015	Cold-Water Meters-Multijet Type. Medidores de Agua Fría Tipo Multi chorro.
AWWA M11-2004	A Guide for Design and Installation. Fourth Edition (Guía para el Diseño y la Instalación de Tubos de Acero. Cuarta Edición)
CSA	Canadian Standards Association Asociación de Estándares Canadienses
CSA B125.1 2012	Plumbing Supply Fittings Norma para Accesorios de Suministro de Agua
MSS	Manufactures Standardization Society of the Valves and Fittings Industry. Sociedad de Estándares para la Industria de la Fabricación
MSS SP 80 2008	Bronze Gate, Globe, Angle, and Check Valves (Estándares para Válvulas de Compuerta, Globo, angulares y de retención)
MSS SP 110 2010	Ball Valves Threaded, Socket-Welding, Solder Joint, Grooved and Flared Ends Estándares para Válvulas de Bola Roscadas, Junta Soldada, Junta Ranurada y Terminales Acampanadas.
NSF	National Sanitation Foundation (Fundación Nacional para el Saneamiento y Seguridad Alimentaria)
NSF 61 2007	Drinking Water System Components – Health Effects (Componentes del Sistema de Agua Potable – Efectos sobre la Salud)

8 BIBLIOGRAFÍA

- International Code Council, Inc. (ICC). Código Internacional de Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias (IPC International Plumbing Code). Estados Unidos de América 2009.
- Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (ANDA). Normas Técnicas para Abastecimiento de Agua Potable y Alcantarillado de Aguas Negras. Consultores: Ing. Alirio Bernal Gaitán e Ing. Juan Coronado Olmedo. El Salvador 1998.
- Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (ANDA). Norma Técnica para la Perforación de Pozos Profundos en la Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados. El Salvador 2009.
- Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados INAA, Norma para el Diseño de Abastecimiento de Agua en el Medio Rural del Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados. Nicaragua 1989.
- Centro Internacional de Referencia para el Abastecimiento Público de Agua y Saneamiento de la OMS. Manual de Diseño para el Abastecimiento de Agua Mediante Fuentes Públicas. La Haya, Países Bajos 1983.
- Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, MARN. Categorización de Actividades, Obras o Proyectos. El Salvador 2014.
- Dirección General de Estadística y Censo, DIGESTYC. Fuentes de Datos, Metodología y Estimaciones Demográficas del Período 1950 – 2007. El Salvador 2008.
- Ministerio de Salud. Propuesta de reglamento técnico salvadoreño para la instalación y funcionamiento de sistemas de tratamiento individual de aguas negras y grises. El Salvador 2014.
- Ministerio de Salud. Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01:08 Agua Potable. El Salvador 2009
- OPS/OMS/MASICA. Guía para el diseño de abastecimientos de agua potable a zonas rurales. Guatemala 1994.
- Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social. Normas de diseño de abastecimiento de agua potable a zonas rurales. Guatemala 1991.
- • FRAG. Programa de Fortalecimiento de Riego Agrícola. Guía Técnica Equipos de Bombeo Manual 2: La Bomba de Mecate. Nicaragua 1999
- • INCAP. Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá; OPS. Organización Panamericana de la Salud. Ficha 4 Ecotecnologías para la Seguridad Alimentaria y Nutricional. Nicaragua 2006.
- CEPIS/OPS/COSUDE. Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente / Organización Panamericana de la Salud y la Agencia Suiza para el Desarrollo y Cooperación, COSUDE. Fabricación e Instalación de Bombas Manuales. Perú 2004.
- FORGAES/UNION EUROPEA. Métodos para Zonificaciones de Protección de Fuentes de Agua.

EQUIPO DE TRABAJO DE ASIA

DIRECTORES (GRUPO CONSULTOR)

Juan Guillermo Umaña	Coordinador general, Ingeniero Civil y MSc. Sanitarista, con más de 25 años de ejercicio profesional y experiencia en el desarrollo, diseño y planificación de sistemas de abastecimiento de agua y saneamiento.
José Roberto Ramirez	Ingeniero Civil, con más de 25 años de ejercicio profesional, con experiencia en construcción y supervisión de obras de abastecimiento de agua, instalaciones hidráulicas en edificaciones, sistemas contra incendio y alto conocimiento de aplicación de normativas de materiales y equipos en sistemas hidráulicos.
José Mario Sorto	Ingeniero Civil, con más de 40 años de ejercicio profesional con experiencia en hidráulica e hidrología, así como experiencia en construcción y supervisión de obras de agua y saneamiento.
Roberto Arturo Arguello	Ingeniero Civil y MSc. Sanitarista, con más de 35 años de ejercicio profesional y experiencia en el desarrollo, diseño y planificación de sistemas de abastecimiento de agua y saneamiento.

COMITÉ CONSULTIVO

Rafael Ignacio Pacheco	Ingeniero Civil y MSc. Sanitarista con más de 50 años de ejercicio profesional y experiencia en el desarrollo, diseño y planificación de sistemas de abastecimiento de agua y saneamiento.
Ronald Campos	Ingeniero Civil y MSc. Sanitarista con más de 35 años de ejercicio profesional y experiencia en el desarrollo, diseño y planificación de sistemas de abastecimiento de agua y saneamiento.
Fernando Alberto	Ing. Civil, con más de 20 años de ejercicio profesional con experiencia en construcción y supervisión de obras de agua y saneamiento.
Jorge Aníbal Moreira	Ing. Civil, con más de 25 años de ejercicio profesional con experiencia en construcción y supervisión de obras de agua y saneamiento.
Alonso Valdemar Saravia	Ing. Electricista, con más de 15 años de ejercicio profesional, con experiencia en sistemas de bombeo y normativa de electricidad.
Fredy Roberto Magaña	Ingeniero Civil, con más de 15 años de ejercicio profesional, con experiencia en estudios de hidrología, hidrogeología e hidráulica.
Luis Chávez y Gonzales	Ingeniero civil y MSc. Sanitarista, con más de 25 años de ejercicio profesional con experiencia en construcción y supervisión de obras de agua y saneamiento.

9 VIGILANCIA Y VERIFICACIÓN

Corresponderá la vigilancia y verificación de la aplicación del presente Reglamento, a los niveles operativos del Ministerio de Salud.

Para las sanciones relativas al incumplimiento de este Reglamento, se sujetará a lo establecido en el Código de Salud y legislación sectorial vigente

10 VIGENCIA

El presente reglamento entrará en vigencia ocho días después de su publicación en el Diario Oficial.